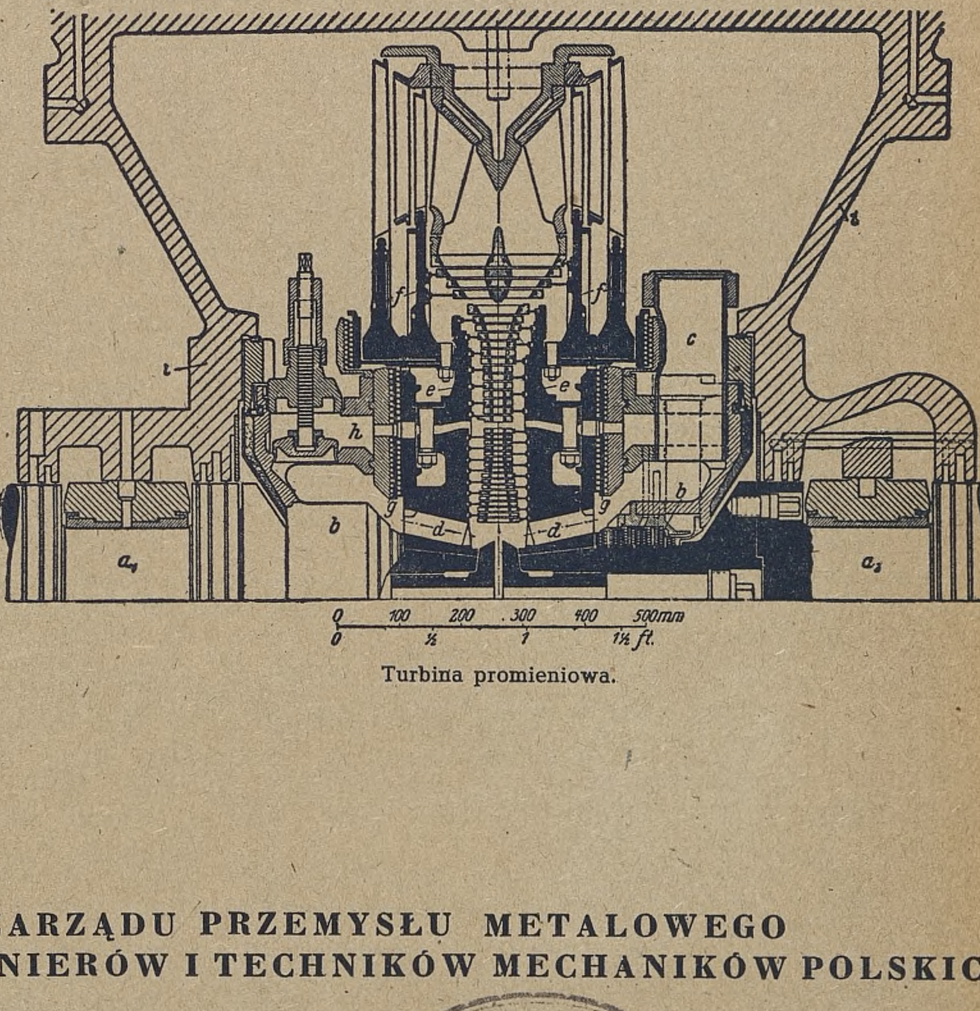
PRZEGLĄD MECHANICZNY

MIESIĘCZNIK NAUKOWO-TECHNICZNY



Turbina promieniowa.

NERGETYKA
ONSTRUKCJA
RÓBKA METALI
ETALOZNAWSTWO

GAN CENTRALNEGO ZARZĄDU PRZEMYSŁU METALOWEGO
TOWARZYSZENIA INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW MECHANIKÓW POLSKICI

Rok 1947 Zeszyt 3.

WARUNKI PRENUMERATY:

Przedpłatę kwartalną . . . . zł 400.—
przyjmuje Administracja i Pocztowa Kasa Oszczędności na Konto Nr I-4665
Cena zeszytu pojedyńczego . . . . zł 150.—
„ „ podwójnego . . . . . „ 300.—
Prenumerata ulgowa dla członków SIMP i studentów szkół technicznych . . „ 300.—
(Ceny zeszytów specjalnych są ustalane każdorazowo)
Za zmianę adresu (znaczkami poczt.) zł 10.—

PRZEGLĄD MECHANICZNY

ORGAN CENTRALNEGO ZARZĄDU PRZEMYSŁU METALOWEGO i STOWARZYSZENIA INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW MECHANIKÓW POLSKICH

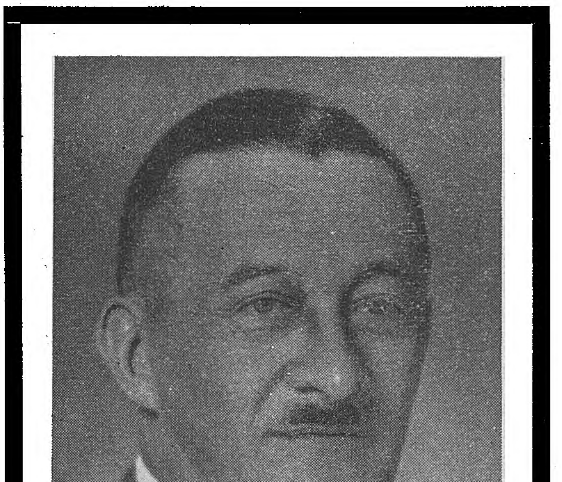
Rok VI. ŁÓDŹ — WARSZAWA MARZEC 1947 ROK Zeszyt 3.

Ś.P. CZESŁAW MIKULSKI

Inż.-mech. Zast. Prof. Politechniki Łódzkiej, Redaktor „Przeglądu Mechanicznego"

zmarł w Warszawie w dniu 24 grudnia 1946 r.

Nazwisko ś. p. Czesława MIKULSKIEGO wiąże się najściślej z dwiema ważnymi dziedzinami życia Polski w okresie ostatniego 25-lecia: polskiej prasy technicznej i pracy techniczno-społecznej; w obydwóch bowiem położył On olbrzymie zasługi, jako długoletni redaktor „Przeglądu Technicznego", jako założyciel i redaktor „Przeglądu Mechanicznego" oraz jako współzałożyciel i pierwszy wiceprezes, a w następstwie długoletni prezes Stowarzyszenia Inżynierów Mechaników Polskich.



Urodzony w r. 1894 w okolicach Woroneża w Rosji spędza tam dziecinne lata i pobiera nauki w średniej szkole handlowej, którą ukończył ze złotym medalem w 1911 r., po czym wstępuje na wydział mechaniczny Politechniki Ryskiej, uzyskując w 1916 r. dyplom z odznaczeniem. W okresie tym wykazał dwie swoiste cechy swej osobowości, które cechować Go będą przez całe życie: wybitne uzdolnienie techniczne i oddanie się pracy społecznej, dla której szerokie pole znalazł w istniejącej na tamtejszym terenie organizacji studentów Polaków korporacji „Welecja". Jako młody inżynier obejmuje kierownictwo działu mechanicznego budowy twierdzy morskiej pod Helsinkami, do którego należały urządzenia mechaniczno-elektryczne do obsługi wież pancernych do dział 14" oraz pomocnicze, jak elektrownia, kolejki i dźwigi; w 1918 r. obejmuje zastępstwo kierownictwa tejże budowy, która z rozwojem rewolucji uległa zatrzymaniu.

Rok 1919 zastaje Go w Moskwie, gdzie pracuje w Instytucie Naukowo-Doświadczalnym Kolei Żelaznych, prowadząc badania parowozów przy pomocy wagonu dynamometrycznego. Równocześnie opracowuje projekt przeróbki parowozu towarowego na opalanie pyłem węglowym, nadzoruje jej wykonanie i przeprowadza wyczerpujące badania parowozu. Jest to już rok 1921. Korzysta z pierwszej możliwości, by udać się do Polski i oddać się całkowicie pracy na jej terenie.

Początkowo pracuje w Urzędzie Patentowym, jako radca w dziale kotłów parowych, lecz już w roku 1923 obejmuje redakcję i administrację „Przeglądu Technicznego", najstarszego polskiego pisma naukowo-technicznego i w ciągu bardzo krótkiego czasu podnosi wydatnie jego poziom, zwiększając jednocześnie jego objętość i nakład blisko czterokrotnie. Zwiększenie dochodowości pisma, będącego własnością Stowarzyszenia Techników w Warszawie, umożliwiło założenie „Księgarni Technicznej", będącej placówką handlowo-wydawniczą na odcinku naukowo-technicznym. W tym samym czasie rozpoczyna wydawanie popularnego dodatku do „Przeglądu" p. t. „Nowiny Techniczne" i szereg nowych działów, poświęconych technice cieplnej i energetyce, kolejnictwu, normalizacji i in., które stopniowo wyodrębniały się w pisma samodzielne.

Cały ten niemal okres działalności Jego, trwający do 1935 r. splata się najściślej z pracą na gruncie techniczno-społecznym, gdyż w r. 1926 zakłada, wraz ze ś. p. prof. Henrykiem MIERZEJEWSKIM, Stowarzyszenie Inżynierów Mechaników Polskich, SIMP. którego staje się duszą i filarem. Gdy po trzech latach prezesury prof. Mierzejewski opuszcza na zawsze nasze szeregi,

ś. p. Czesław MIKULSKI staje się osią Stowarzyszenia i rozwija skutecznie jego działalność, która swój szczególny wyraz znalazła w dorocznych Zjazdach Inżynierów Mechaników, organizowanych na miarę najlepszych wzorów wielkich organizacyj inżynierskich Zachodu. Zjazdy te stały się potężnym bodźcem w naszym życiu nie tylko techniczno-społecznym, lecz również—i to przede wszystkim — techniczno-naukowym.

Gdy po 5 latach prezesury składa ją w ręce inż. Witolda Wierzejskiego, a Stowarzyszenie postanawia stworzyć własny organ naukowo-techniczny, ś. p. Czesław Mikulski, będąc wciąż członkiem zarządu S.I.M.P, obejmuje redakcję i kierownictwo nowego pisma „Przeglądu Mechanicznego", które odrazu stawia na niezwykle wysokim poziomie, zarówno pod względem wartości rzeczowych, jak formy wewnętrznej i szaty zewnętrznej, nie tylko w tym względzie dorównywując, ale pód wieloma względami wyprzedzając podobne wydawnictwa zagraniczne. Tych niespełna pięć tysiącstronicowych roczników „Przeglądu Mechanicznego", obok dwunastu w tych samych m.w. rozmiarach roczników „Przeglądu Technicznego", będąc bezcennym dorobkiem naszej literatury technicznej, stanowią wspaniały pomnik działalności śp. Czesława Mikulskiego, są odbiciem Jego pracy, pełnej oddania, wysokiej erudycji, rozległej wiedzy i głębokiego poczucia estetyki. Znalazły one swój wyraz także w nowym zupełnie wydaniu pracy zbiorowej p.t. „Technik", której ś. p. Mikulski był również redaktorem. Ten podręcznik dla inżynierów, którego tom I ukazał się w r. 1936, może być uważany za fundamentalne dzieło, dające w skrócie odbicie całokształtu nauk technicznych. Niestety, wybuch wojny uniemożliwił Mu wydanie dalszych tomów.

Wszystko to nie wyczerpuje całkowicie Jego działalności. Przez 11 lat pełni czynności sekretarza technicznego Polskiego Komitetu Energetycznego i redaktora organu tej instytucji, p. n. „Sprawozdanie i prace P. K. En.". W ostatnich latach przed wojną pracuje jako kierownik biura technicznego w Dyrekcji Polskiego Monopolu Spirytusowego, a później jako referent dla zagadnień energetycznych w Biurze Przemysłu Wojennego M. S. Wojsk. Daje Mu to możność wzięcia wielokrotnie czynnego udziału w naukowo-technicznych Kongresach Międzynarodowych i związanych z tym zwiedzaniach zakładów przemysłowych i laboratoriów badawczych; wyjeżdża więc w r. 1928 do Anglii, w 1929 r. do Niemiec, a w roku 1936 do Stanów Zjednoczonych A. P. jako delegat Rządu na Wszechświatowy Zjazd Energetyczny. Wreszcie dwukrotnie wyjeżdża do Francji i do Niemiec, celem zaznajomienia się z produkcją spirytusu bezwodnego, będącego składnikiem mieszanek paliwa płynnego. Wyjazdy te stają się podstawą szeregu prac sprawozdawczych, które ogłasza w redagowanych przez siebie pismach.

Przychodzi wojna. Ratując ze zniszczonego we wrześniu 1939 r. domu najcenniejszą rzecz, swą Bibliotekę techniczną, przenosi się wraz z rodziną do Błonia pod Warszawą, skąd zaczynając od r. 1940, aż do Powstania, dojeżdża w niezwykle trudnych warunkach do Warszawy, objąwszy wykłady w Państwowej Szkole Budowy Maszyn i Elektrotechniki, „dawniej inż. Wawelberga i Rotwanda" w tym samym czasie opracowuje podręcznik kotłów parowych dla szkół inżynierskich i podręcznik termodynamiki, oba dotyczące dziedziny, z którą był od zarania swej pracy związany najściślej.

W r. 1945 zostaje powołany przez Radę Wydziału Chemicznego organizującej się Politechniki Łódzkiej na katedrę Maszynoznawstwa. Równocześnie ma objąć ponownie redakcję „Przeglądu Mechanicznego"; jednak liczne, piętrzące się trudności opóźniają możliwość podjęcia tego wydawnictwa o rok z górą. I właśnie na progu wznowienia i nowego okresu życia tego organu, który założył przed 12 laty, będąc w sile wieku i pełni dalszych możliwości opuszcza nas na zawsze.

Szczególną cechą ś. p. Czesława Mikulskiego było to, iż dając z siebie tak wiele, sam pozostawał jak gdyby na uboczu tego wartkiego prądu działalności naukowo-techniczno-społecznej, na którego bieg wywierał wpływ przemożny i niezwykle korzystny. Mając za sobą 17 lat nieprzerwanej, wytężonej pracy redakcyjnej, w czasie których „nie wypuszczał pióra z ręki", stosunkowo nie wiele prac ogłosił pod własnym nazwiskiem. Służąc innym pracował dla innych. Był bezimiennym współautorem mnóstwa dłuższych i krótszych notatek i „słów" od redakcji. Przede wszystkim jednak był tym, który jak nikt inny, przyczynił się do podniesienia polskiej prasy technicznej na najwyższy poziom. Jak wielki miało to wpływ na rozwój polskiej mysli technicznej, zwłaszcza na polu pracy inż. mech., zbędne podnosić. Jego działalność techniczno-społeczna, która znalazła swój najlepszy wyraz w pracy SIMP i 12 Zjazdach Inżynierów Mechaników Polskich, (jeden z nich, w r. 1936, zorganizowany w dziesięciolecie powstania SIMP, połączony był z dużą wystawą przemysłu metalowego) była naturalnym uzupełnieniem Jego pracy redaktorskiej, gdyż i tę ujmował wyłącznie, jako pracę społeczną. Jego postawę życiową najlepiej oddały słowa, wyjęte ze statutu SIMP, których był autorem: „dewizą Stowarzyszenia jest wytężona praca na polu techniki i wytwórczości, mająca na celu wyzyskanie bogactw przyrody ku zapewnieniu największego rozwoju gospodarczego i bezpieczeństwa Rzeczypospolitej".

Ta właśnie postawa, nawskroś bezinteresowna i pełna oddania, zjednała Mu powszechne uznanie i szacunek nie tylko wśród kolegów i przyjaciół, czego wyrazem jest dwukrotne odznaczenie Go Złotym Krzyżem Zasługi na polu nauki, oraz za pracę społeczno-techniczną.

Cześć Jego pamięci, która trwać będzie wśród nas nieprzerwanie.

PRZEMÓWIENIE JEGO MAGNIFICENCJI REKTORA POLITECHNIKI ŁÓDZKIEJ PROF. DR. INŻ. B. STEFANOWSKIEGO WYGŁOSZONE NAD GROBEM S. P. CZESŁAWA MIKULSKIEGO.

Gdy przed dwudziestu laty do redakcji „Przeglądu Technicznego" w Warszawie, pisma, które po ciosach poprzedniej wojny wznosiliśmy z trudem z gruzów, wszedł młody człowiek, przyjeżdżający z poza kraju, a był nim ś. p. Czesław Mikulski, i ofiarował nam do druku własną, oryginalną pracę z dziedziny spalania pyłu węglowego, już w krótkiej rozmowie wyczuliśmy w Nim człowieka, jakiego nam tak bardzo brakowało, człowieka talentu, człowieka idei i obowiązku.

Nasze przewidywania okazały się trafnymi. Profesor, wciągnięty do współpracy, okazał się człowiekiem niezastąpionym; wkrótce też objął redakcję „Przeglądu Technicznego", doprowadzając to pismo w ciągu kilku ciężkich lat do poziomu i rozkwitu jak na nasze stosunki niebywałego, włożywszy w swą pracę wielkie jej umiłowanie, połączone z talentem literackim i zacięciem naukowym.

A wykonane tak świetnie zadanie nie było łatwe. Większość autorów zapewne nie zdaje sobie sprawy z tego, ile to pracy redakcyjnej należy włożyć w dopasowanie artykułu do poziomu pisma, ile wymaga to studiów literatury naukowej, nieraz z dziedzin dalekich i dotąd obcych.

Doprowadziwszy „Przegląd Techniczny" do wysokiego poziomu, Zmarły podjął nowy trud stworzenie pisma bliskiego już swej specjalności, stworzenie „Przeglądu Mechanicznego".

I znów, karczując wówczas jeszcze surową glebę, doprowadza ś. p. Czesław swą wiedzą, pracą i talentem nowopowstałe pismo do kwitnącego stanu, skupiając koło siebie szereg współpracowników wysokiej wartości.

Mimo, że tak bardzo absorbującą czas i myśl była praca tworzenia i podtrzymywania żywotności pisma technicznego w Polsce, znalazł Zmarły możność podjęcia i wykonania redakcyjnej pracy przy zrealizowaniu nowego wydania pomnikowego dzieła, jakim jest t. zw. „Technik".

Ile ś. p. Czesław włożył w to wydawnictwo wiedzy i pracy, ile pokonać musiał trudności, ci tylko wiedzą, którzy na to bezpośrednio patrzyli.

Instynkt społeczny nie pozwolił Mu jednak pozostawać li tylko w papierach i książkach. Jako jeden z inicjatorów i twórców Stowarzyszenia Inżynierów Mechaników Polskich, zostaje jego prezesem, prowadząc to liczne, obejmujące całą Polskę, Stowarzyszenie z doskonałym skutkiem przez całą swą kadencję.

Ostatnia wojna i jej skutki odbiły się fatalnie na psychice i ogólnym zdrowiu Zmarłego i gdy zdawało się, że już nadszedł okres pewnego wypoczynku po ubiegłych przeżyciach wojennych, że będzie mógł dzielić swe tak bogate wiadomości z młodszymi, powołany do wykładów Maszynoznawstwa na Politechnice Łódzkiej, odszedł na wypoczynek, niestety, już na wieczny.

Zmęczone ciało nie mogło się już wyprostować, zgięte przedwcześnie burzą dziejową i niemal nagle odszedł od nas ten prawy, przez wszystkich nas ceniony człowiek, zostawiając po sobie pustkę. Odszedł w chwili, gdy, jak przed dwudziestu laty, chcieliśmy Go obarczyć nową pracą odbudowy pisma, które tak ukochał.

Żegnam Cię Profesorze. Żegnam Cię nie tylko, jako Rektor Uczelni, która straciła profesora, na którego tak wiele liczyliśmy, żegnam Cię nie tylko jako ten, który, jak mało kto inny, patrzył na Twą pełną oddania i wiedzy pracę, ale żegnam Cię jako przyjaciela i towarzysza pracy, świecącego przykładem wielkości umysłu i charakteru. Śpij, przyjacielu, w spokoju po Twym ciężkim trudzie życia.

Planowanie uruchomienia produkcji

Prof. inż. M. SKARBIŃSKI.

Wstęp. — Spółczynnik wprawy. — Krzywa wprawy. — Typowy terminarz produkcji. — Krzywa zużycia godzin. — Zazębienie kolejnych serii. — Krzywa zatrudnienia. — Sposób kreślenia terminarza produkcji przy uwzględnianiu „spółczynnika wprawy". — Wykresy zaopatrzenia w materiał. — Zależnoś kosztów produkcji od ilości wytwarzanych jednostek.

Przy uruchamianiu produkcji nowego typu sprzętu w fabrykach spotykamy się bardzo często z rozczarowaniami, płynącymi z niemożności zrealizowania zamierzeń zarówno pod względem szybkości rozruchu, jak i kosztów.

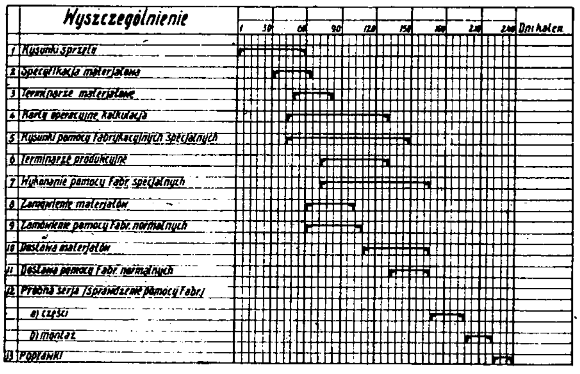
Zdarza się często, że terminy uruchomienia, zwykle i tak zbyt optymistycznie stawiane przez inżynierów, wydają się naczelnemu kierownictwu zbyt długie i zostają skrócone bez bliższej analizy procesu. Tego rodzaju postępowanie prowadzi, oczywiście, do ogólnego chaosu w planowaniu i do szkód, a w następstwie — do szukania winnych, zazwyczaj właśnie wśród tych, którzy najwięcej przyczynili się do puszczenia w ruch produkcji.

Niepowodzenia przy uruchomieniu składa się często na karb niedostatecznego zanalizowania procesu fabrykacyjnego. I w tych jednak wypadkach, gdy proces jest całkowicie technicznie opanowany, gdy posiadamy materiał, pomoce fabrykacyjne i fachowców, należy przy ustalaniu terminów wziąść pod uwagę szereg dodatkowych czynników opóźniających rozruch. Zbadanie tych czynników oraz próba liczbowego ujęcia zjawiska jest pierwszym zadaniem tej pracy.

Często nie są brane pod uwagę następujące elementy, które mają wpływ na rozciągnięcie procesu rozruchu:

a) Czynności związane z uruchomieniem, które muszą poprzedzać rozpoczęcie produkcji. Zostały

one ujęte w terminarzu uruchomienia produkcji — rys. 1. Dokładna analiza czasu trwania poszczególnych operacji przygotowawczych i ich wzajemnego wpływu oraz ustalenia długości serii próbnej stanowi podstawę do określenia terminu rozpoczęcia pierwszej serii.



Rys. 1. Terminarz uruchomienia produkcji.

b) Przy uruchamianiu produkcji musimy liczyć się z faktem, że czasy robocze zużyte na wykonanie pierwszych partii zamówienia będą większe niż czasy normalne — określone na podstawie kalkulacji wstępnej. Zjawisko to jest zrozumiałe i nie powinno nas przerażać; chodzi jedynie o kryterium, jaki procent przekroczenia czasów jest dopuszczalny.

Ilość sztuk, po wykonaniu których norma czasu t_n winna zostać, według naszego przekonania i doświadczeń, osiągnięta — nazywamy normalną ilością sztuk i oznaczać ją będziemy literą n. Liczbowa wartość ilości sztuk n nie jest sztywną, gdyż w miarę rozwoju produkcji nietylko wprawa robotników będzie się powiększała, ale, przy zachowaniu zasadniczo tych samych metod fabrykacyjnych, będzie wprowadzany cały szereg drobnych usprawnień, które stworzą możliwości redukcji czasów roboczych. Operując pojęciami matematycznymi powiemy, że czas roboczy t przy wykonywaniu kolejnych sztuk będzie miał tendencję do asymptotycznego zbliżania się do pewnej wielkości t_∞.

Przy rozwiązywaniu zadań praktycznych operujemy *czasem normalnym* t_n osiągniętym po ilości n sztuk, dostatecznie dla naszych celów zbliżonym do t_∞, ale od niego większym.

SPÓŁCZYNNIK WPRAWY.

Stosunek czasu roboczego zużytego na wykonanie pierwszej sztuki t_1 do czasu normalnego t_n osiągniętego po n-tej sztuce, nazywamy spółczynnikiem wprawy dla pierwszej sztuki i oznaczamy go symbolem W_1, gdzie:

$$W_1 = \frac{t_1}{t_n}$$

Stąd: czas na pierwszą sztukę $t_1 = W_1 \cdot t_n$,

t. zn. jest równy czasowi normalnemu pomnożonemu przez spółczynnik wprawy W_1. Podobnie: czas wykonania kolejnej sztuki k wyniesie: $t_k = W_k \cdot t_n$

Wartość liczbowa spółczynnika W zależna jest od charakteru wykonywanego sprzętu, wielkości budowanej serii i od kolejnego numeru jednostki w serii.

Dla poszczególnych grup fabrykacyjnych danej serii ustala się:

a) kolejny numer sprzętu n, przy którym powinna nastąpić pełna wprawa,

b) spółczynnik wprawy dla pierwszego kompletu sprzętu W_1.

Dla zorientowania się w rzędzie wielkości W_1 i n podamy dane wzięte z praktyki, stosowane w niemieckich wytwórniach samolotów metalowych. Podobne liczby otrzymamy również w innych gałęziach przemysłu dla analogicznych robót. Niżej podajemy szereg przykładów:

a. Wykonanie części na obrabiarkach $W_1 = 1{,}5 - 2$
   Wykonanie części w ślusarni . $W_1 = 3 - 4$
b. Składanie podgrup (montaż drobnych elementów) . . . . . . $W_1 = 3 - 5$
c. Składanie zespołów (np. skrzydło, kadłub, osterzenie i t. p.) . . $W_1 = 4 - 6$
d. Montaż ostateczny . . . . . $W_1 = 5 - 7$

Przy seriach rzędu paru tysięcy sztuk samolotów możemy założyć, ze:

a. Dla części . . . . $n=100$ kompletów
b. Dla podgrup . . . . . $n=250$ „
c. Dla zespołów . . . . $n=350$ „
d. Dla montażu ostateczn. . $n=500$ „

Zauważmy, że przy ustalaniu normalnej ilości kompletów zasadniczą rolę odgrywa okres czasu potrzebny dla przyuczenia odpowiedniej kategorii robotnika przy fabrykacji części okres ten trwa 2-4 miesięcy, przy montażu ostatecznym może dojść do 12-18 miesięcy.

Jak widać, dodatki procentowe czasu przy wykonywaniu pierwszych kompletów prawie zawsze przekraczają 100% ($W_1=2$), zaś dla całości samolotu należy się liczyć z dodatkiem rzędu 300% i więcej. Są to wartości znacznie wyższe od przyjmowanych u nas zazwyczaj przy podobnych opracowaniach. Nic dziwnego, że przyjęcie zbyt niskich spółczyników (lub nie uwzględnienie ich zupełnie) prowadzi do niepowodzeń i w następstwie do zarzutów pod adresem kierownictwa. Kierownictwo ze swej strony nie znajduje zazwyczaj przekonywujących argumentów na swą obronę.

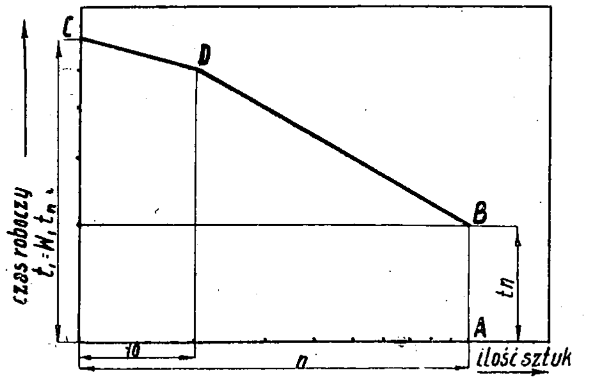
Może ktoś zarzucić, że wysokość wyżej podanych spółczynników wywołana była specjalnie trudnymi warunkami w czasie wojny wskutek braku fachowców. I my jednak, jak wiadomo, musimy się bardzo poważnie liczyć z ich brakiem; ponad to trzeba pamiętać, że zarówno kierownictwo warsztatów, jak sposób opracowania i przygotowania produkcji, pozostawia obecnie naogół bardzo dużo do życzenia. Tłumaczenie wielkości spółczynników wyjątkową precyzją i trudnością roboty przy fabrykacji samolotów nie wytrzymałoby krytyki, gdyż całość produkcji odbywała się na uchwytach i była postawiona w ten sposób, że mogła być wykonywana przez przyuczonych robotników. Zaznaczyć też należy, że nie wchodziło tu w grę sprawdzanie przyrządów przy pierw-

szych sztukach serii, gdyż były one już wcześniej wypróbowane w narzędziowniach przy wykonywaniu serii próbnej.

KRZYWA WPRAWY.

Zakładamy, że spadek czasów roboczych od pierwszej sztuki aż do chwili osiągnięcia pełnej wprawy po *n* sztukach będzie się odbywał wg. krzywej logarytmicznej. Według tej krzywej ustalać będziemy spółczynniki wprawy i czasy robocze dla poszczególnych kolejnych jednostek sprzętu. Założenie powyższe, czysto empiryczne i nie oparte na założeniach teoretycznych, może być przyjęte do rozwiązywania zadań praktycznych.

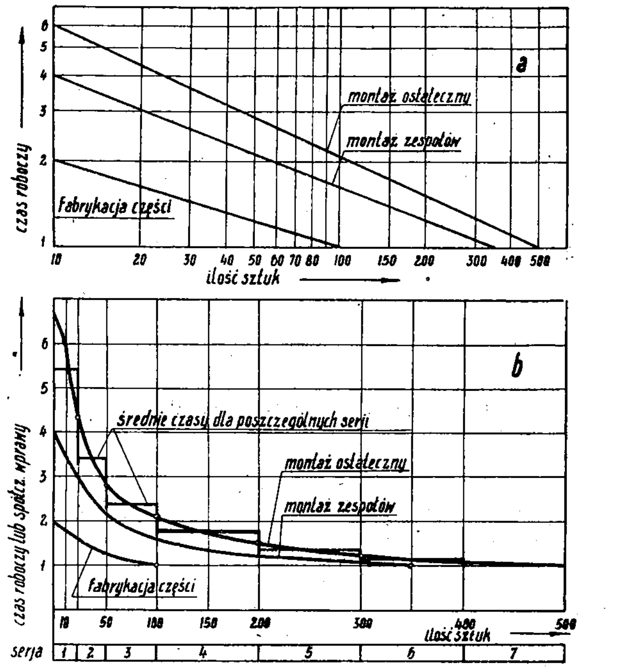
Na arkuszu papieru z podziałką logarytmiczną (rys. 2) odkładamy na osi poziomej normalną ilość sztuk *n*. — Otrzymujemy w ten sposób punkt *A*. Z punktu tego wystawiamy prostopadłą, na której odmierzamy czas normalny t_n



Rys. 2. Sposób kreślenia linii wprawy.

Otrzymujemy punkt *B*, leżący na linii wprawy. Na osi rzędnych odkładamy czas $t_1 = W_1 \cdot t_n$; otrzymujemy drugi punkt linii wprawy odnoszący się do pierwszej sztuki — punkt *C*. Praktycznie ustalono, że, w związku z koniecznością zapoznania się robotnika z nową robotą, odczytywaniem rysunku i t. p., wprawa dla pierwszych maszyn postępuje wolniej, niż to wynikałoby z lini i łączącej punkty *C* i *B*. Aby otrzymać łagodniejszy spadek linii, ustala się skrócenie czasu roboczego dla pierwszych dziesięciu sztuk sprzętu np. na 10%; w ten sposób otrzymujemy punkt *D*. Łącząc punkty *C, D* i *B* otrzymujemy linię łamaną, t. zw. logarytmiczną linię wprawy.

Linie wprawy wykreślone dla poszczególnych grup fabrykacyjnych ujęto na rys. 3a. Posługując się logarytmiczną linią wprawy można bez trudności, na podstawie odczytanych z niej wielkości dla poszczególnych jednostek, wykreślić krzywe wprawy we współrzędnych liniowych (rys. 3b), z tych zaś — otrzymać średni czas wykonania kolejnej jednostki sprzętu, względnie — średni czas wykonania jednostki w danej serii (linia schodkowa). Jeżeli na osi rzędnych (rys. 3b) zamiast skali godzinowej umieścimy skalę procentową, to otrzymamy dla poszczególnych kolejnych jednostek sprzętu, względnie dla kolejnych serii, wskaźniki procentowe zużycia czasów roboczych w porównaniu z czasem normalnym t_n.



Rys. 3. Linia wprawy a) we współrzędnych logarytmicznych, b) we współrzędnych liniowych.

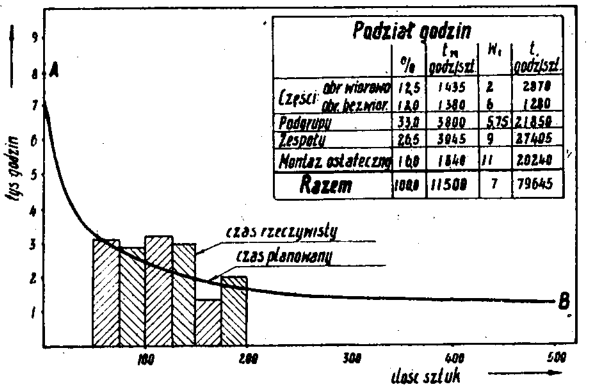
Linia wprawy daje nam wskazówkę, na jakie odcinki należy dzielić serię. Dalsze wskazania w tym kierunku wynikną, jak zobaczymy w rozdziale czwartym, z wykresu zatrudnienia ludzi.

Wskaźniki liczbowe wzięte z linii wprawy (spółczynnik wprawy, lub procentowe dodatki czasów) zostają zestawione w tablice, którymi posługują się kalkulatorzy przy ustalaniu czasów roboczych na wykonanie sprzętu w ramach poszczególnych serii.

Krzywa wprawy stanowi podstawę, na której opieramy się przy zestawieniu ilości godzin dla wykresu obciążenia wytwórni.

Kontrolę zużycia czasu roboczego na wykonanie pewnego elementu, lub całego sprzętu w kolejnych seriach przeprowadza się przy użyciu wykresu podanego na rys. 4. Wykres ten sporządzony został dla samolotu myśliwskiego wg. danych, wziętych z terminarza fabrycznego. Czas roboczy planowany na jednostkę przedstawia krzywa *A* — *B*; na wykres nanosimy czasy rzeczywiście zużyte przy wykonywaniu kolejnych serii, wg. danych otrzymanych z Biura Kosztów Własnych. W ten sposób otrzymujemy linię łamaną schodkową, której przebieg pozwala nam odrazu zorjentować się w odchyleniach czasu roboczego zużytego od czasu planowanego i, w wypadkach rażących, natychmiastowego zastosowania środków zaradczych. Jeżeli linia schodkowa przebiega powyżej linii planu, wskazuje to, że albo szwankuje produkcja na warsztacie, albo czasy były źle wyznaczone. Przekraczanie linii planu w niektórych punktach z dalszym spadkiem poniżej tej linii oznacza w większości wypadków, że na daną jednostkę sprzętu celowo został wpisany większy czas, aby na następnych jednostkach zwiększyć zarobek premiowy. Korzystanie z tego rodzaju wykresów jest bardziej celowe niż posłu-

giwanie się mało przejrzystymi i zabierającymi dużo czasu porównawczymi zestawieniami liczbowymi. Podkreślić należy, że zasadniczym warun-

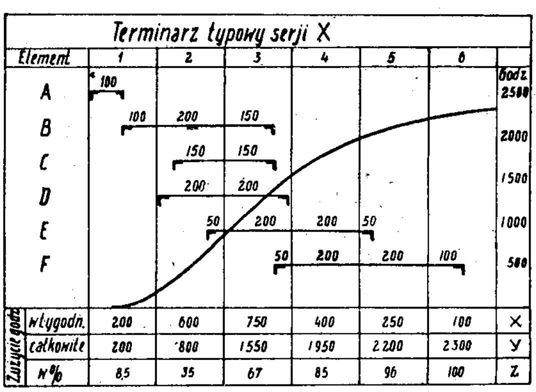


Rys. 4. Kontrola zużycia czasu roboczego.

kiem powodzenia kontroli kosztów jest prawidłowa organizacja i sprawne działanie Biura Kosztów Własnych, które powinno szybko nadsyłać potrzebny materiał.

TYPOWY TERMINARZ PRODUKCJI. KRZYWA ZUŻYCIA GODZIN.

Po przekroczeniu normalnej ilości sztuk *n* następuje ustabilizowanie czasów roboczych. Wykonanie części i montaż zazębiają się w ten sposób, że poszczególne elementy przechodzą z jednej operacji do drugiej bez dłuższych postojów. Przebieg części i montażu przy ustabilizowanej produkcji przedstawiony jest na t. zw. terminarzu typowym przedstawionym schematycznie na rys. 5.*) O sposobie



Rys. 5. Terminarz typowy wraz z krzywą zużycia godzin.

sporządzania terminarzy nie będziemy w tym miejscu mówić, podkreślić jedynie należy następujące momenty:

a) przy układaniu terminarza przechodzimy od daty wysyłki gotowego wyrobu cofając się wstecz przez mantaż ostateczny i montaż zespołów aż do wykonania części. Pomiędzy zakończeniem pracy przy danym elemencie w jednym warsztacie i rozpoczęcie obróbki w następnym warsztacie pozostawiamy pewien okres czasu (jeden lub kilka dni) na transport i wyrównanie ewentualnych drobnych opóźnień. Jest to t. zw. luz międzywarsztatowy.

b) Składanie dokonuje się w zupełnie innych kompletach niż fabrykacja części. Wynika stąd często konieczność dawania dużych wyprzedzeń obróbki części w stosunku do montażu. Na schematycznie przedstawionym terminarzu typowym (rys. 5) sporządzonym na siatce Gantta mamy wpisane ilości godzin, które zostaną zużyte w poszczególnych tygodniach na wykonanie danego elementu. Na dole arkusza w rubryce X podsumowano te godziny; liczby w rubryce Y podają sumaryczną ilość godzin zużytych od początku roboty; liczby w rubryce Z podają to samo w procentach ogólnej ilości godzin. Krzywa w postaci litery *S* obrazuje w skali umieszczonej z prawej strony wykresu wartości podane w rubryce Y.

Przy uruchamianiu serii czasy robocze nie będą takie, jak podano na rys. 5, lecz będą powiększone w stosunku do osiągniętego spółczynnika wprawy *W*. Wynika stąd, że krzywa *S* ulegnie deformacji: mianowicie wygłuży się w kierunku górnym.

Jeżeli przy uruchamianiu będziemy pracowali tą samą ilością ludzi, co przy dalszych seriach, to zmuszeni będziemy robótę rozciągnąć w czasie, co spowoduje wyciągnięcie krzywej również w kierunku poziomym. Deformacja krzywej *S* w kierunku poziomym nie będzie, i nie powinna być proporcjonalna do *W*, z uwagi na to, że niema potrzeby proporcjonalnego powiększenia luzów międzywarsztatowych, przedłużania okresów leżenia części w magazynach przejściowych w oczekiwaniu na montaż i t. p.

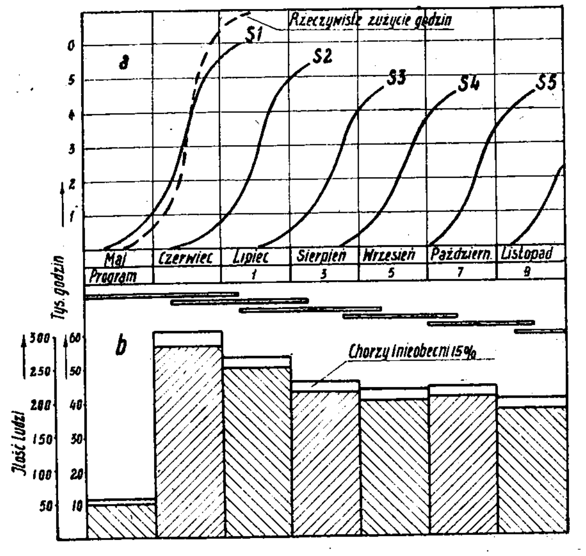
ZAZĘBIENIE KOLEJNYCH SERII. KRZYWA ZATRUDNIENIA.

Przy produkcji seryjnej grupa zabiegów przedstawionych na terminarzu typowym rys. 5 będzie powtarzana cyklicznie; krzywe *S* poszczególnych serii będą następowały jedna po drugiej w określonych odstępach czasu. (rys. 6) W miarę rozwoju produkcji i nabywania wprawy przez robotników wysokości krzywych *S* będą się odniżały dla kolejnych serii.

Długości odcinków prostych wykreślonych poniżej osi odciętych na rysunku 6a. odpowiadają okresom fabrykacyjnym poszczególnych serii (t. zw. przeloty). Jak widzimy, serie zachodzą jedna na drugą, częściowo się pokrywając. Wzajemne ułożenie i zagęszczenie „przelotów" wynika z projektowanego programu dostaw, który pragniemy wykonać (patrz dolna rubryka rys. 6a). Dla sprawdzenia, czy powyższy program jest realny z uwagi na rozporządzalną ilość fachowego personelu wykreślamy na rys. 6b. linię obrazującą globalne zapotrzebowanie godzin roboczych w kolejnych miesiącach w odniesieniu do wszystkich serii. Linia ta będzie przedstawiała jednocześnie w odpowiedniej skali zapotrzebowanie personelu — linia projektowanego zatrudnienia. Z rysunku 6b, widzi-

*) Patrz: „Przegląd Organizacji" Nr 7 — lipiec 1946 rok. M. Skarbiński „Terminarze produkcji".

my, że przy równomiernym rozstawieniu poszczególnych serii, w pierwszym okresie po rozruchu, gdy robotnicy nie nabyli jeszcze wprawy, linia zatrudnienia osiąga bardzo duże wartości, często przekraczające nasze możliwości. Przy dalszym rozwoju produkcji następuje stopniowy spadek zatrudnienia aż do chwili osiągnięcia normalnej ilości sztuk *n*; później linia przebiega poziomo.



Rys. 6. a) Krzywe zużycia godzin dla kolejnych serii b) Wykres zatrudnienia.

Realizacja programu dającego ostrą szczytową wartość zatrudnienia nie odpowiada nam z następujących względów:

a) Nie będziemy posiadali dostatecznej ilości robotników dla osiągnięcia szczytowego punktu zatrudnienia, wskutek czego program się załamie.

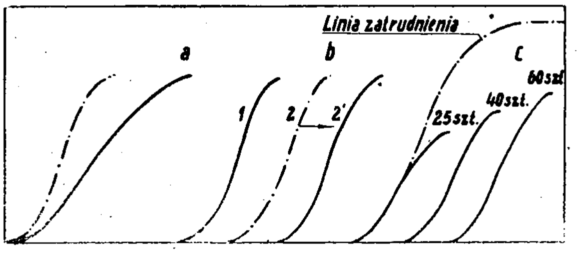
b) Jeżeli nawet zdołali zmobilizować odpowiednią ilość personelu, to zwalnianie go w dalszym okresie produkcji, gdy już nabył wprawy, połączone byłoby z marnotrawstwem.

c) Wciśnięcie do produkcji bardzo dużej ilości ludzi w początkowym okresie, gdy istnieje prawdopodobieństwo zatrzymań spowodowanych błędami w rysunkach, wykonaniu pomocy i t. p., jest nierozsądne z uwagi na możliwość dużych strat wskutek przestojów.

d) Przesuwanie ludzi na nową produkcję (wzrastająca krzywa zatrudnienia) jest uwarunkowane zazwyczaj zwalnianiem się ich z zakańczanej w tym okresie starej produkcji (spadająca krzywa zatrudnienia). Aby uniknąć spiętrzeń roboty lub przestojów, obie krzywe muszą być uzgodnione, i to nietylko w odniesieniu do globalnej ilości ludzi, lecz również w odniesieniu do poszczególnych grup fachowców.

Dla nadania pożądanego przebiegu krzywej zatrudnienia rozporządzamy, następującymi środkami:

a) Pierwsze serie możemy rozciągnąć w czasie. Jak wiemy, spowoduje to pochylenie krzywych *S* rys. 7 krzywa *a*. Metody tej nie możemy szeroko stosować, gdyż opóźniłoby to wypuszczenie pierwszych sztuk, które są zwykle najpilniejsze. Pamiętać ponadto wypada, że nie należy powiększać luzów międzywarsztatowych.



Rys. 7. Sposoby wzajemnego ustawienia serii dla otrzymania równomiernego zatrudnienia.

b) Możemy rozsunąć serie pomiędzy sobą zwiększając między nimi odstep, jak pokazano na rys. 7-b. Zwrócić należy jednak uwagę, że przesadne przesunięcie krzywej 2 w prawo — do miejsca 2', może spowodować zbyt małe zachodzenie na siebie serii i, w związku z tym, częściowe przerwy pracy niektórych warsztatów.

c) Wreszcie możemy sie uciec do trzeciego środka: zmniejszyć ilość jednostek wykonywanych w pierwszych seriach rys. 7-c. Metodę tę stosujemy bardzo często; sprawa ta była już omawiana przy ustalaniu wielkości serii rys. 3. Teoretycznie zmniejszając wielkość serii w stosunku odwrotnym do spółczynnika *W* możemy osiągnąć równy przebieg linii zatrudnienia. Ryzyko braków i postojów przy pierwszych seriach jest zredukowane, wzrastają natomiast straty wskutek pogorszenia się stosunku czasów przygotowawczych do czasów obróbki.

W praktyce stosujemy wszystkie trzy sposoby i po szeregu prób tak układamy wykresy *S*, aby możliwie zbliżyć się do pożądanego programu dostaw przy jednoczesnym utrzymaniu możliwie równej linii zatrudnienia.

W czasie biegu produkcji winniśmy mieć stałą kontrole zużycia godzin roboczych. Porównanie godzin zużytych na poszczególne ukończone serie prowadzimy w sposób pokazany na rys. 4. Dla zorientowania się już w czasie wykonywania serii jakie jest zużycie czasu roboczego w stosunku do planu, prowadzimy krzywe rzeczywistego zużycia godzin na wykresie *S* w sposób wskażany na rys. 6 a (linia kreskowana).

SPOSÓB KREŚLENIA TERMINARZA PRODUKCJI PRZY UWZGLEDNIANIU SPÓŁCZYNNIKA WPRAWY.

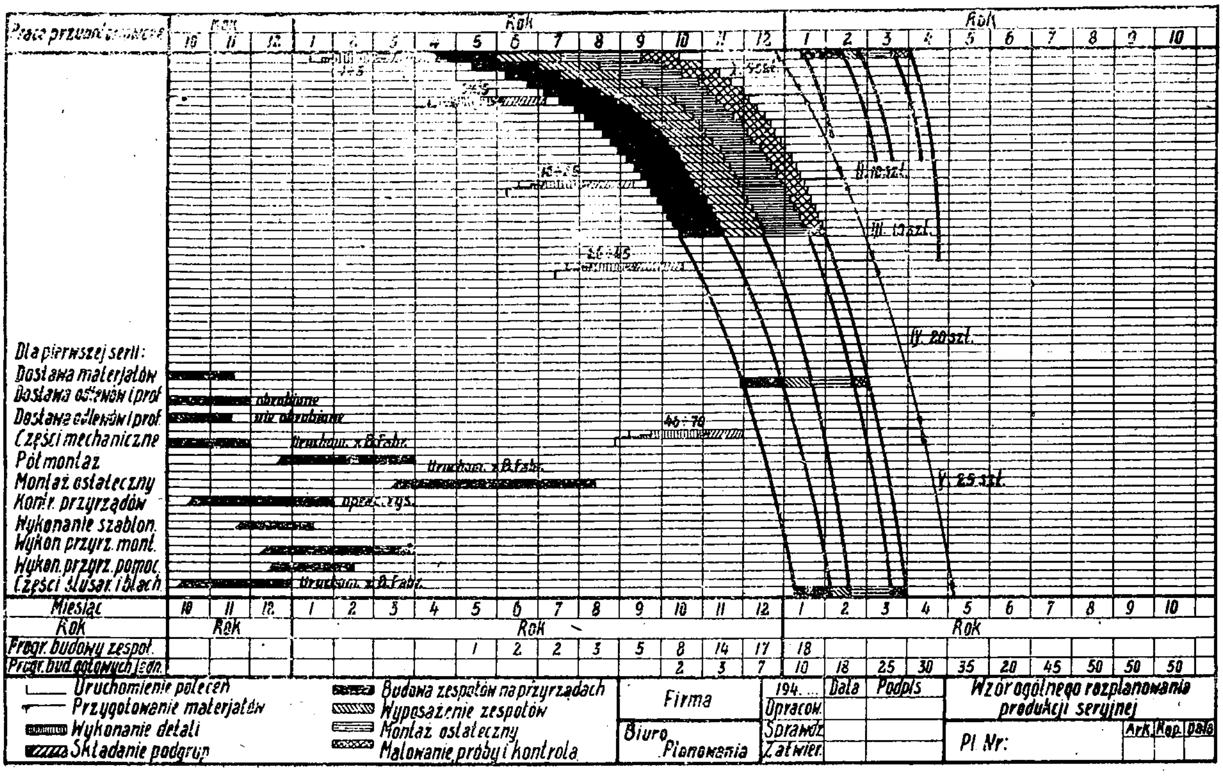
Punktem wyjścia przy sporządzaniu terminarza produkcji jest wykres podany na rys. 6a. Odcinki wskazujące na długość okresów trwania poszczególnych serii w danym warsztacie (t. zw. przeloty) zostają przeniesione na terminarz.

Z terminarza pragniemy czerpać następujące dane:

a) terminy rozpoczęcia i ukończenia montażu poszczególnych jednostek wchodzących w skład serii,

b) terminy rozpoczęcia i ukończenia poszczególnych grup operacji w odniesieniu do każdej jednostki np: montaż zespołów, montaż ostateczny, kontrola, próby i t. p.

c) terminy rozpoczecia i ukończenia fabrykacji części wykonywanych w partiach obejmujących całą serię,



Rys. 8. Terminarz produkcji.

d) terminy przygotowania materiału, uruchomienia poleceń warsztatowych oraz, ewentualnie, dostawy surowców i półfabrykatów, wykonania pomocy fabrykacyjnch i t. p.

Technika kreślenia terminarza jest następująca:

Na kalce milimetrowej (wymiar arkusza *A2* lub *A3*) wykreślamy formularz wg. wzoru pokazanego na rys. 8, wpisujemy obowiązujący dla danej produkcji kalendarz (rubryki: miesiąc i rok), wypełniamy rubrykę p r o g r a m wpisując ilości jednostek, które mają być wykonane w poszczególnych miesiącach. Program ten zawiera już, jak wiemy, poprawki zrobione na podstawie rozważań przeprowadzonych w poprzednim rozdziale.

Na liniach pionowych oddzielających poszczególne miesiące odkładamy w odpowiedniej skali (np. po 2 mm na jednostkę) ilosci jednostek, które mają być wykonane do końca danego miesiąca licząc od początku serii.

W naszym przykładzie (rys. 8) w październiku wypadnie 2 sztuki,do końca listopada — 5 sztuk i t. d. Postępując dalej w ten sposób otrzymujemy szereg punktów odpowiadających rosnącej produkcji, a zwiększających stale swą odległość od poziomu wyjściowego. Punkty te łączymy linią ciągłą przy pomocy odpowiednio dobranej krzywki, wskutek czego otrzymujemy szereg dalszych punktów pośrednich, leżących na przecięciach linii krzywej z liniami poziomymi, odpowiadającymi poszczególnym jednostkom produkcji. Z otrzymanych w ten sposób punktów kreślimy do dołu linie pionowe wysokości jednej kratki; następnie łączymy je liniami poziomymi. W ten sposób otrzymujemy linię schodkową, która wskazuje terminy ostatecznego wykonania poszczególnych jednostek sprzętu.

Odkładając w lewo od linii ostatecznego wykonania poszczególnych serii czasy trwania budowy tych serii (wzięte z rys. 6a — t. zw. p r z e l o t y), przeprowadzając następnie przez te punkty krzywą, wyznaczamy przez interpolację punkty wskazujące terminy rozpoczęcia montażu poszczególnych jednostek. Kreśląc z otrzymanych w ten sposób punktów w dół linie pionowe wysokości jednej kratki, otrzymamy szereg wązkich prostokątów, których krótkie krawędzie wyznaczą nam początek i koniec montażu poszczególnych jednostek.

Odcinki odpowiadające długości montażu należy podzielić (na podstawie danych wziętych z kart operacyjnych z uwzględnieniem spółczynnika wprawy) na części obejmujące grupy operacji, które pragniemy wyodrębnić np: składanie zespołów na przyrządach, wyposażenie zespołów poza przyrządami, montaż ostateczny, kontrola, malowanie i próby.

Otrzymujemy w ten sposób szereg pośrednich linii schodkowych wskazujących na terminy: zejścia zespołów z przyrządów montażowych (patrz rubryka: program budowy zespołów), przekazania gotowych jednostek do kontroli i t.p.

W momencie rozpoczęcia składania na przyrządzie montażowym pierwszego zespołu danej serii, muszą być gotowe na całą serię wszystkie podgrupy, które wejdą do montażu. Przyjmując pewną rezerwę w czasie na ewentualne opóźnienia (luz międzywarsztatowy) otrzymamy terminy wykonania podgrup. Odkładając w tył czas potrzebny na budowę podgrup oraz wykonania detali, otrzymamy terminy, które będą wskazywały rozpoczęcie roboty w warsztacie mechanicznym.

Postępując dalej w podobny sposób otrzymamy terminy przygotowania materiału i uruchomienia

poleceń warsztatowch oznaczonych na wykresie odpowiednimi symbolami. W razie potrzeby dalszego rozpracowania wyznaczamy, cofając się w czasie, terminy: wykonania przyrządów, dostawy materiałów i t. p.

Zwrócić należy uwagę na bardzo charakterystyczny szczegół: krzywe określające początek i koniec danego cyklu fabrykacyjnego (w naszym wypadku — montażu) zbiżają się do siebie. Wskazuje to na zwiększenie szybkości przebiegu części przez oddziały, skrócenie przestoju części na warsztatach i, co za tym idzie, zmniejszenie kapitału zamrożonego w półfabrykatach. Możliwość skrócenia przelotów jest dość znaczna. W pewnym wypadku przelot określony dla pierwszej serii na 6 miesięcy skrócono po roku do 2 miesięcy.

Posiłkując się ogólnym rozplanowaniem danej serii sporządza się terminarze na wykonanie elementów przez poszczególne oddziały produkcyjne. Sposób kreślenia jest taki sam, jak przy rozplanowaniu ogólnym.

Na zakończenie pragniemy zaznaczyć, że wyżej opisany system planowania nie jest abstrakcyjnym projektem, lecz, że przeszedł on wieloletnią próbę życia w szeregu wielkich fabryk i koncernów przemysłowych

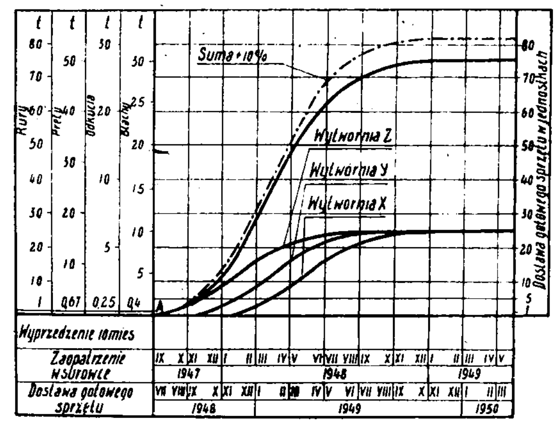
WYKRESY ZAOPATRZENIA W MATERIAŁ.

Wykresy zaopatrzenia w materiał sporządza się na podstawie ogólnego planu dostawy sprzętu, przy uwzględnieniu t. zw. wyprzedzeń. Wyprzedzenie jest to okres czasu, o który należy się cofnąć od chwili dostawy gotowego sprzętu, aby określić termin: zamówienia materiału, nadejścia tegoż materiału i t. p.

Wielkość wyprzedzeń jest różna w zależności od rodzaju przemysłu i od stanu rynku.

W pewnym wypadku ustalamy np., że zdobycie zamówienia i podpisanie umowy powinno wyprzedzać dostawę pierwszej partii sprzętu o 20 miesięcy. Odpowiednie wyprzedzenia przy zamawianiu materiałów, dostawie surowców i dostawie części wyposażenia będą wynosić odpowiednio: 16, 10 i 4 miesiące.

Wykres dostaw gotowego sprzętu przedstawiono na rys. 9. Jak widać, na osi odciętych mamy czas (dolna skala), zaś na osi rzędnych (skala z prawej strony wykresu) odłożono ilości sztuk gotowego sprzętu, które mają być dostarczone w kolejnych miesiącach przez każdą z trzech fabryk wytwarzających dany sprzęt; górna linia ciągła wyobraża globalną ilość dostarczonych jednostek. Jak widzimy z rys. 9, wytwórnie X, Y i Z mają wykonać w grudniu 1948 roku: 3, 8 i 16 jednostek, łącznie — 27 jednostek. Wobec tego, że wyprzedzenie dla zaopatrzenia w surowce wynosi w naszym przykładzie 10 miesięcy, jasnym jest, że surowiec na te 27 jednostek sprzętu powinien nadejść do dnia 28 lutego 1948 roku. Tempo zaopatrywania w materiał powinno iść również w dalszym ciągu równolegle do rozwoju produkcji ze stałym wyprzedzeniem o 10 miesięcy. Wynika stąd, że wykres zaopatrzenia w surowiec możemy otrzymać z wykresu dostaw gotowego sprzętu:



Rys. 9. Wykres zaopatrzenia w materiał trzech wytwórni produkujących jeden typ sprzętu.

a) przez przesunięcie w tył skali czasu o 10 miesięcy (górna skala),

b) przez zamianę na osi rzędnych skali „Dostawa gotowego sprzętu w jednostkach" skalą „ilości surowców" odpowiadającą liczbie kompletów do dostarczenia w odpowiednich miesiącach (patrz rys. 9. skala z lewej strony wykresu dla: rur, prętów, odkuć i blach). Liczby podane na skali ilości surowców w odniesieniu do punktu *A* wskazują ilości materiału potrzebnego na jednostkę sprzętu.

Podobne wykresy, jak przedstawiony na rys. 9, sporządzamy również dla innych grup materiałowych stosując odpowiednie wyprzedzenie. Linia sumaryczna na wykresie wskazuje globalną wielkość zapotrzebowania materiałowego z 10 procentowym zapasem na ewentualne braki.

Jak widzimy z powyższego wykres nasz nie tylko podaje terminy, w których powinny nadejść materiały, oraz ich globalną ilość, lecz również uwzględnia rozdział materiału między fabrykami; pozwala nam ponadto na łatwe sporządzenie planu finansowego odnośnie regulacji rachunków dostawców.

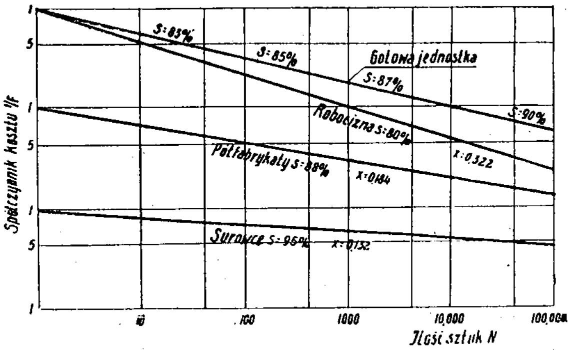
Wykres daje możność udzielania ramowych zamówień i kontroli ich wykonania. Przy sporządzaniu zamówień szczegółowych należy dodatkowo posługiwać się specyfikacją materiałową.

ZALEŻNOŚĆ KOSZTÓW PRODUKCJI OD ILOŚCI WYTWARZANYCH JEDNOSTEK.

Dotychczas rozpatrywaliśmy zależność czasu roboczego i związanych z nim kosztów robocizny od kolejnego numeru sztuki w serii. Obecnie spojrzymy na to zagadnienie z trochę innej strony: zbadamy zależność kosztu jednostki od globalnej ilości produkowanych sztuk danego sprzętu.

Oprzemy się tu na danych wziętych z lotniczego przemysłu amerykańskiego, a podanych do wiadomości na odczycie wygłoszonym w Londynie w listopadzie 1938 r. w *Royal Aeronautical Society,* przez szefa biura studiów wytwórni *Curtiss-Wright,* p. T. P. *Wrighta.* Niewątpliwie byłoby bardzo interesujące zdobycie odpowiednich danych z okresu powojennego, niestety — chwilowo nie dysponujemy odpowiednim materiałem. Podkreślić należy w tym miejscu zasadniczą

różnicę ujęcia w rozważaniach nad zmiennością czasów roboczych i kosztów, przeprowadzonych w poprzednich rozdziałach, a podejściem przy badaniach amerykańskich. Przy omawianiu krzywych wprawy zaznaczyliśmy, że metoda fabrykacji została opracowana z góry w przewidywaniu pewnej ilości produkowanych sztuk i zostaje zasadniczo niezmienna przy kolejnych seriach; w grę mogą wchodzić jedynie drobne usprawnienia. W pracy Amerykańskiej mamy do czynienia z tak dużymi rozpiętościami w ilości produkowanych sztuk, że nie może być tu mowy o zachowaniu jednakowej metody fabrykacji.



Rys. 10. Zmienność kosztu w zależności od ilości sztuk.

Krzywe kosztów produkcji podane przez *Wrighta* wykreślone są na siatce logarytmicznej (rys. 10). Na osi odciętych podane są ilości sztuk, zaś na osi rzędnych odłożony jest „spółczynnik kosztu" $\frac{1}{F}$ proporcjonalny do kosztu. Zależność F od ilości produkowanych sztuk N wyraża się wzorem: $F = N^x$.

Linia obrazująca zależność kosztu materiału i robocizny od ilości sztuk N wyraża się we współrzędnych logarytmicznych linią prostą. Celem ułatwienia przeliczeń podano do każdej z tych linii, poza wykładnikami x spłóczynniki S wyrażone w procentach. Spółczynnik S jest liczbą, przez którą należy pomnożyć średni koszt robocizny lub materiału przy pewnej ilości produkowanych jednostek, aby otrzymać odpowiedni koszt przy dwukrotnie większej ilości produkowanych jednostek. Wartości x i S są zestawwione w następującej tablicy:

	x	S%
Koszty robocizny	0,322	80
„ surowca	0,132	95
„ półfabrykatów	0,184	88
„ gotowego płatowca: do 100 szt.		83
„ „ „ od 100 — 1 000		85
„ „ „ od 1 000 — 10 000		87
„ „ „ powyżej 10 000		90

Zmniejszenie kosztu materiału tłumaczy się obniżką cen przy zakupie większych partii materiału oraz mniejszą ilością obcinków przy usprawnieniu metody wycinania blach; w odniesieniu do półfabrykatów dochodzi jeszcze dodatkowa obniżka ceny w związku z oszczędnościami na robociźnie u dostawcy przy wykonaniu większych zamówień. Suma kosztu materiałów, robocizny i kosztów ogólnych daje nam górną krzywą wykresu odnoszącego się do całego płatowca.

Jasnym jest, że wyżej podane spółczynniki, słuszne w warunkach amerykańskich przy produkcji samolotów metalowych, mogą okazać się nieścisłe przy innym rodzaju produkcji w innych krajach. Od obliczeń tego rodzaju nie można wymagać ścisłości, w każdym razie dają nam one pojęcie o wielkości oszczędności osiąganych przy zwiększonej produkcji.

Narzuca się pytanie: w jakim stopniu zgadzają się doświadczenia amerykańskie z naszymi rozważaniami nad krzywymi wprawy? Przeprowadzenie ścisłego porównania nie jest możliwe, gdyż, jak wyżej zaznaczono:

a) przy rozpatrywaniu krzywych wprawy czyniliśmy podstawowe założenie, że metoda fabrykacyjna pozostaje niezmienna, co nie ma miejsca w badaniach amerykańskich,

b) zmienny jest nie tylko „spółczynnik wprawy W" w zależności od rodzaju roboty, lecz również umowną jest „normalna ilość sztuk" n.

Porównanie może być zrobione tylko dla pewnych średnich wielkości w odniesieniu do ilości sztuk niezbyt odbiegającej od n. Jeżeli dla przykładu weźmiemy średnią wartość spółczynnika wprawy dla całego płatowca $W=4$ i porównamy ilość godzin zużytą przy produkcji 100 i 200 sztuk, to z wykresu logarytmicznego (rys. 3) otrzymamy stosunek czasów zbliżony do 0,8, a więc w pewnych granicach zgodny z danymi amerykańskimi.

Znajomość prawa zmienności kosztu w zależności od ilości wytwarzanych jednostek jest konieczna przy ocenie prawidłowości przeprowadzonych kalkulacji. Spotykamy się tu często z grubymi błędami. Zdarza się np., że przeprowadzane są bezpośrednie porównania kosztów wykonania sprzętu w naszych wytwórniach w ilości kilkuset, tysiąca lub paru tysięcy sztuk z kosztem sprzętu radzieckiego lub amerykańskiego fabrykowanego w setkach tysięcy egzemplarzy.

Na zakończenie należy podkreślić, że waga omówionych problemów występuje w całej pełni przy gospodarce planowej, operującej długimi okresami czasu. Zbadanie opisanych procesów i ustalenie odpowiednich spółczynników dla różnych gałęzi przemysłu stworzy podstawę do realnego planowania.

CZAS ODNOWIĆ PRENUMERATĘ NA KWARTAŁ II.

Należność z tytułu prenumeraty prosimy wpłacać na konto nasze PKO I-4665, podając na blankiecie w sposób czytelny: 1) imię i nazwisko, 2) dokładny adres, 3) ilość egzemplarzy, 4) okres za który prenumerata została wpłacona.

Sprawa krajowej produkcji turbin parowych, której próbę podjęto w Polsce przed wojną, powinna w ciągu lat najbliższych ponownie dojrzeć do realizacji. Uwagi poniższe mają na celu przypomnienie o stale interesującym zarówno mechaników jak i energetyków, aktualnym temacie oraz szczegółach, nieznanych prawdopodobnie szerszemu ogółowi technicznemu w Polsce.

REDAKCJA

Uwagi o produkcji turbin parowych w Polsce

Prof. inż. ALEKSANDER UKLAŃSKI.

Znaczenie i potrzeba turbin parowych w Polsce. — Przedwojenna próba podjęcia krajowej produkcji. — Charakterystyka wybranej licencji i umowy licencyjnej. — Wkonanie umowy. — Skutki umowy. — Refleksje powojenne. — Zadania chwili obecnej. — Warunek ponownej próby: uzyskanie licencji. — Przykład budowy turbin w Rosji.

Turbina parowa jest i pozostanie w Polce głównym silnikiem napędowym zespołów, wytwarzających energię elektryczną. Według statystyki przedwojennej około 85% mocy wszystkich silników w zespołach prądotwórczych przypadało na turbiny parowe, a tylko 15% na maszyny parowe tłokowe, silniki spalinowe i turbiny wodne. Stosunek ten dzisiaj prawdopodobnie niewiele się różni od przedwojennego.

Ogólna moc znamionowa turbin parowych w zespołach prądotwórczych wynosiła w Polsce przed wojną w liczbach okrągłych 1 600 000 *kW* w 450 jednostkach, a obecnie w nowych granicach, po uwzględnieniu zniszczeń wojennych, można ją ocenić w przybliżeniu na 2 300 000 *kW* w 550 jednostkach. Liczby te obejmują obok maszyn nowoczesnych również i przestarzałe, obok czynnych, przydatnych do stałej pracy — również zapasowe, wymagające drobnych napraw i wymiany zużytych części, bądź też niezdatne do ruchu, wymagające zasadniczych uzupełnień.

Produkcja energii elektrycznej na głowę ludności w Polsce przedwojennej była prawie czterokrotnie mniejsza niż np. w Czechosłowacji. Mimo, że obecna całkowita produkcja przekroczyła już przedwojenną (w starych granicach), a liczba ludności spadła, wiele jeszcze brakuje do wyrównania tego stosunku.

W ciągu kilkunastu lat przedwojennych średni roczny przyrost mocy zespołów prądotwórczych wynosił zaledwie około 70 000 *kW*, a więc tyle, ile w normalnych warunkach wystarczałoby zaledwie na wycofanie z ruchu jednostek przestarzałych. Dzisiaj zarówno rzeczywisty, jak i planowany na przyszłość, wzrost produkcji energii elektrycznej wywołuje konieczność powiększenia mocy zainstalowanej w turbinach parowych w tempie wielokrotnie szybszym.

Uwzględniając zarówno potrzebę wymiany maszyn zużytych, jak i przyrost rozwojowy normalny, jak wreszcie wyrównanie opóźnienia w stosunku do innych krajów, dojdziemy do liczby kilkakrotnie wyższej od przedwojennej, powiedzmy około 300 000 *kW*, jako przypuszczalnego na długi szereg lat zapotrzebowania i pożądanego przyrostu mocy nowych turbozespołów prądotwórczych.

Zespoły turbinowe nieelektryczne, których liczba jest dość znaczna, przede wszystkim turbosprężarki i turbodmuchawy na kopalniach i hutach, nie mają już — wobec niewielkiej mocy jednostek — dużego wpływu na ogólne zapotrzebowanie. Można więc przyjąć ustaloną wyżej liczbę również za dobrą miarę ogólnie potrzebnej mocy nowych turbin we wszystkich zespołach, elektrycznych i nieelektrycznych.

Łączny koszt nabycia maszyn takiej mocy można przyjąć w wysokości około 20 000 000 złotych przedwojennych, licząc około 50 jednostek o mocy od około 500 *kW* do 30 000 *kW*, średnio 6 000 *kW*. W podanej sumie wartość samych turbin bez prądnic czy innych maszyn napędzanych, bez urządzeń kondensacyjnych i t. p., wynosiłaby około 45%.

Dla porównania przytoczę według Małego Rocznika Statystycznego, że wartość krajowej produkcji kotłów parowych wynosiła w r. 1938 około 7 400 000 zł, pomp — 2 800 000 zł, silników spalinowych — 3 800 000 zł, maszyn elektrycznych — 14 000 000 zł.

Na tle tych liczb zrozumiałe jest stałe dążenie do podjęcia w kraju produkcji turbin parowych, której przed wojną nie mieliśmy, nie licząc turbin jednostopniowych małej mocy do napędu pomp odśrodkowych (wytwórnia „Stefan Twardowski w Warszawie) i najmniejszej 0,5—1*kW* do napędu prądniczek oświetleniowych prądu stałego (wytwórnia „Era" we Włochach pod Warszawą). Warunki powstania krajowej produkcji turbin były przed wojną omawiane kilkakrotnie na łamach prasy technicznej. Opinia techniczna była na ogół zgodna co do tego, że ze względu na wytwarzane w kraju materiały i posiadane urządzenia zakładów wywtórczych podjęcie produkcji w kraju jest możliwe, oraz, że zasadniczym warunkiem jest uzyskanie odpowiedniej licencji. Były też czynione próby uzyskania licencji od różnych wytwórni zagranicznych.

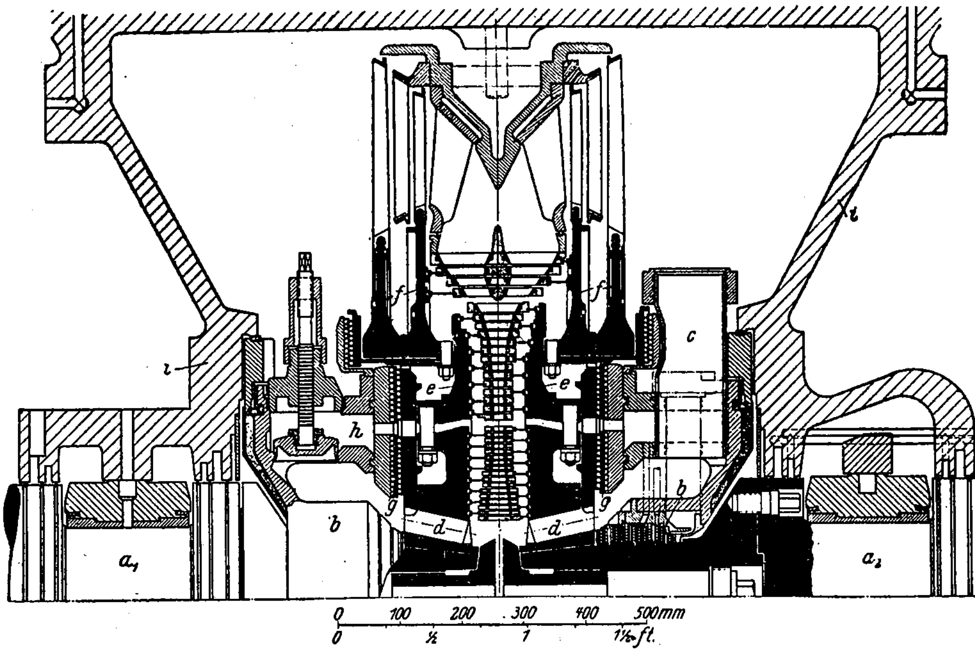
Z obawy przed ryzykiem finansowym produkcja krajowa nie była podjęta przez kapitał prywatny. Dopiero w r. 1938 w związku z inwestycjami w Centralnym Okręgu Przemysłowym władze państwowe postanowiły rozpoczęcie fabrykacji turbozespołów parowych według licencji szwedzkiej wytwórni STAL (Svenska Turbinfabriks Aktiebolaget Ljungström) w Finspong, należącej do koncernu ASEA.

Fabrykację podjęły w r. 1939 Zakłady Południowe w Stalowej Woli, wybudowane w r. 1937-8, dzisiejsza Huta Stalowa Wola. O przebiegu i wynikach tego poczynania, którego wykonanie przerwała wojna i okupacja, nie było dotychczas wzmianek w prasie technicznej powojennej. Ponieważ była to jedyna tego rodzaju próba w Polsce, posiadająca przeto znaczenie dla przyszłej krajowej produkcji, uważam, jako jeden z wykonawców — chociaż nie inicjatorów, że nie będzie bez pożytku omówienie spra-

wy wyboru miejsca i licencji, warunków licencji, kosztów inwestycyjnych, organizacji, wreszcie osiągniętych wyników.

Wybór miejsca tłumaczy się tym że produkcja turbin miała być rezerwową produkcją „pokojową" wytwórni dział, jaką stanowiły warsztaty mechaniczne Zakładów. Poza tym Zakłady miały odpowiednie warunki naturalne, jako połączenie dobrze wyposażonego warsztatu mechanicznego z hutą, nastawioną na produkcję stali szlachetnych.

była poddana dyskusji w kołach technicznych, a załatwiona „o d g ó r n i e", z uwagi na warunki naturalne. O wyborze zdecydowały: przekonanie o swobodnej komunikacji że Szwecją w razie wojny i dodatni dla Polski bilans płatniczy polsko-szwedzki, ułatwiający pokrywanie należności licencyjnych. Pierwszy wzgląd okazał się złudzeniem, drugi natomiast wytrzymał próbę życia. Dzięki sprzyjającym okolicznościom, wpływającym na rozwój wymiany handlowej między Polską a Szwecją, wytwórnia S T A L zajmuje



Rys. 1. Turbina promieniowa.

Wybór licencji według systemu L j u n g s t r ö m a spotkał się z zastrzeżeniami sfer technicznych ze względu na odrębność tego systemu. Nie będę tu omawiał właściwości turbin „p r o m i e n i o w y c h" L j u n g s t r ö m a, używanych i znanych w Polsce i cieszących się dobrą opinią różniących się jednak zasadniczo od przeważających liczbowo turbin „o s i o w y c h". Dla ilustracji i porównania mogą służyć rys. 1, przedstawiający turbinę kondensacyjną promieniową wytwórni S T A L o mocy 14 000 *kW* przy 3 000 *obr/min.*, oraz rys. 2, przedstawiający turbinę t y p u o s i o w e g o o mocy 12 000 *kW* również przy 3 000 *obr/min.**)

Wspomniane zastrzeżenia wysuwały słabe punkty wybranego systemu, którymi były bezsprzecznie: większe trudności fabrykacyjne niż w innych systemach wobec koniecznej większej precyzyjności wykonania systemu łopatkowego, ograniczenie zastosowania tylko do zespołów prądotwórczych prądu zmiennego, niemożliwość wykonania turbiny wymiennej dla zespołu „o s i o w e g o", zarówno elektrycznego tj. prądotwórczego, jak i nieelektrycznego.

Sprawa przydatności w warunkach polskich takiego czy innego systemu turbin parowych nie

w chwili obecnej na rynku polskim stanowisko uprzywilejowane, co ma swoją wymowę przy ocenie decyzji przedwojennej.

Pod względem technicznym, a więc sprawności i niezawodności w pracy, system Ljungströma traktowany był przy powzięciu decyzji słusznie, jako równorzędny z innymi. Na korzyść jego przemawiała genialność rozwiązań konstrukcyjnych.

Nie wchodząc w szczegóły umowy licencyjnej pomiędzy Z a k ł a d a m i P o ł u d n i o w y m i, a wytwórnią S T A L, do ujawniania których nie jestem upoważniony, podam tylko zasady, tak, jak one mogły być znane szerszemu gronu osób.

Licencja uzyskana przez Zakłady b y ł a t o l i c e n c j a t y p u „s t a ł e g o" p r z e w i d u j ą c a s t a ł ą w s p ó ł p r a c ę t e c h n i c z n ą z w y t w ó r n i ą s z w e d z k ą i nabywanie oryginalnych szwedzkich rysunków konstrukcyjnych partiami, w miarę potrzeby, dla każdego typu zespołu, który miał być wykonany w fabryce krajowej. Łącznie z rysunkami konstrukcyjnymi były udostępniane Zakładom dla informacji i ewtl. wykorzystania szwedzkie plany fabrykacyjne. Ten typ licencji, najłatwiejszy do zużytkowania dla licencjobiorcy, zmniejszający czas i koszty przygotowania produkcji i ryzyko niepowodzenia, jednocześnie nie ograniczał formalnie samodzielności fabryki krajowej, która nie musia-

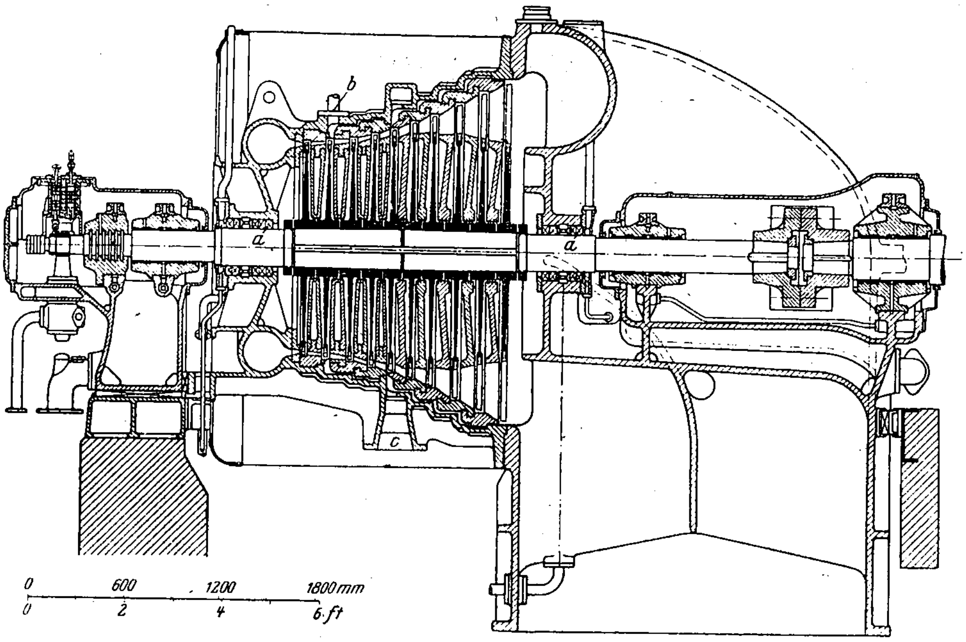
*) Obydwa rysunki wzięte z książki niemieckiej: Kraft. Nowoczesna turbina parowa.

ła się trzymać metod fabrykacyjnych szwedzkich, a i w konstrukcji mogła wprowadzać zmiany, zresztą w porozumieniu z fabryką szwedzką.

Umowa przewidywała stopniowe uruchamianie krajowej produkcji. W pierwszych latach produkcji licencyjnej różne części turbozespołów, których fabrykacja w kraju nie była przewidziana, np. systemy łopatkowe, dławnice, regulatory i tp., miały być dostarczone do Zakładów przez fabrykę szwedzką, do montażu łącznie z częściami wytworzonymi w Polsce.

dawać wygórowanym, odpowiada jednak znaczeniu tej części w zespole L j u n g s t r ö m a. Można go też uważać za symboliczną przeszkodę w zbyt pochopnej decyzji przystąpienia do krajowej produkcji systemów łopatkowych.

Umowa licencyjna nie ograniczała mocy jednostek, które miały być wykonywane w kraju, i dawała formalnie Zakładom możliwość produkowania wszystkich typów kondensacyjnych i przeciwprężnych, wytwarzanych przez S T A L. Turbiny upustowe z upustem regulowanym, któ-



Rys. 2. Turbina typu osiowa.

re S T A L wytwarzała dopiero od niedawna, nie były ze zrozumiałych powodów uwzględnione w umowie.

Ze względu na właściwości turbogeneratorów S T A L, tworzących nieodłączną całość z turbinami, rotory generatorów miały być od początku wytwarzane w Zakładach. Stojany generatorów miały być dostarczane początkowo ze Szwecji, następnie zaś, po rozbudowie krajowej licencyjnej fabryki elektrycznej P T E w Warszawie, miały być wytwarzane w tej fabryce.

Umowa ustalała dwojakie opłaty — za dostarczone rysunki oraz od każdego kilowata mocy zespołu. Dla turbozespołu kondensacyjnego o mocy kilku tysięcy *kW* cena kompletu rysunków całego zespołu wraz ze stojanami i rotorami generatorów, po przeliczeniu w stosunku do wartości rynkowej zespołu, wynosiła około 10%. Cena rysunków zmieniała się nieznacznie ze zmianą mocy, tak, że procentowy jej udział w wartości zespołu dla mniejszych mocy wzrastał ponad 10%, dla większych spadał. Uwzględniając możliwość wykonania na podstawie nabytego jednorazowo kompletu rysunków praktycznie dowolnej liczby zespołów, należy uznać te opłaty za umiarkowane.

Opłata od kilowata mocy zespołu, czyli właściwa opłata licencyjna, malała ze wzrostem mocy. Całkowita opłata za moc rosła wraz z wartością rynkową zespołu, a po przeliczeniu w stosunku do niej wynosiła około 3—5%.

W cenie rysunków połowę stanowiły rysunki systemu łopatkowego. Udział taki może się wy-

Kosztorys uruchomienia produkcji opracowany był w założeniu tymczasowego ograniczenia mocy jednostek krajowej produkcji do 9 000 *kW* i liczby jednostek — do kilkunastu rocznie. Do kosztorysu nie były wliczone urządzenia o przeznaczeniu ogólnym, służące bądź całości Zakładów, bądź też wytwórni artyleryjskiej. np. potrzebne do produkcji turbin obrabiarki o charakterze ogólnym, nawet jeżeli ich nie było w dotychczasowym parku maszynowym. Wobec bogatego wyposażenia warsztatu miały to być na razie tylko 2 obrabiarki większych wymiarów: wytaczarka i karuzelówka.

Taki więc ograniczony kosztorys wyniósł około 1 500 000 *zł* i obejmował: przystosowanie urządzeń ogólnych i budynku do potrzeb produkcji turbin, urządzenia do fabrykacji rotorów generatorów, obrabiarki do fabrykacji łopatek (dwie frezarki i szlifierka), urządzenia do wyważania, stację prób turbin i kotłownię, wreszcie koszty ogólne, np. szkolenie personelu.

Oceniając wysokość kosztorysu, należy wziąć pod uwagę, że był to tylko dodatek do kosztorysu budowy Zakładów, wynoszącego kilkadziesiąt milionów złotych. Oprócz wyłączeń zasadniczych, omówionych wyżej, takich więc, jak grunty, budynki, kuźnia, modelarnia, urządzenia transpor-

towe, wodociągowe i t. p., kosztorys nie zawierał jeszcze niektórych pozycyj dosyć poważnych, ściśle związanych z nową produkcją, które miały być uwzględnione w miarę jej rozwoju, np. pomoce fabrykacyjne (uchwyty, przyrządy, sprawdziany) i narzędzia specjalne, urządzenia (poza obrabiarkami) do fabrykacji łopatek i t. d.

Organizacja nowej produkcji została poniekąd narzucona z jednej strony przez jej niesamodzielność i charakter pomocniczy oraz postanowienia umowy licencyjnej, z drugiej zaś strony — przez organizację istniejącą.

Produkcją turbozespołów miał kierować wydział turbinowy wytwórni artyleryjskiej. Potrzeby nowej produkcji miały być obsługiwane również przez inne wydziały wytwórni, a więc techniczny, produkcyjny, kontroli produkcji, wydziały hutnicze, wreszcie wydziały ogólne i pomocnicze całości Zakładów.

Różnorodne zadania, jakie miał do spełnienia nowy wydział, podzielone zostały pomiędzy następujące działy (trzy pierwsze biurowe, dwa ostatnie zarazem biurowe i warsztatowe):

a) ogólny, powołany do zadań organizacyjnych, planowania, łączności z wytwórnią szwedzką, opracowania ofert, przyjmowania zamówień,

b) konstrukcyjny — do opracowania materiałów licencyjnych szwedzkich (przede wszystkim rysunków konstrukcyjnych) dla potrzeb warsztatu własnego i poddostawców krajowych, ewtl. do opracowania zmian, uzupełnień, własnych konstrukcyj, norm i t. p.,

c) fabrykacyjno-rozdzielczy wzgl. terminowy — do opracowania planów rozdziału i wykonania zamówień na turbozespoły, warunków technicznych do zleceń na warsztat i dla poddostawców, do przekazywana zleceń, kontroli wykonania i odbioru, wreszcie — w okresie początkowym — do nadzoru nad wykonaniem inwestycyj dla nowej produkcji,

d) elektryczny—do opracowania wszystkich spraw elektrycznych (inwestycje, oferty, zamówienia) oraz do wykonania w warsztacie elektrycznym odpowiednich części turbozespołu, łącznie z montażem i próbami,

e) montażowy — do montażu i prób podzespołów konstrukcyjnych i całości zespołu, do rozbiórki po próbach i przygotowania do wysyłki, do montażu, uruchomienia i opieki nad zespołem na miejscu pracy u odbiorcy, a poza tym — w okresie początkowym — do nadzoru nad wykonaniem urządzeń stacji prób (z wyjątkiem elektrycznych).

W organizacji tej niewątpliwie były zarówno luki, jak i rzeczy zaimprowizowane doraźnie dla spełnienia zadań- niecierpiących zwłoki. W dłuższej pracy organizacja przybrałaby formy bardziej celowe.

Należy tu podkreślić przyjętą od początku charakterystyczną zasadę w prowadzeniu nowej produkcji. Ponieważ turbozespoły miały być rezerwowym zatrudnieniem warsztatu, równoległym do głównej produkcii artyleryjskiej, więc udział produkci „pokojowej" musiał być regulowany stosownie do wymagań produkcii „wojennej". Wymagało to wyszukiwania poddostawców na różne podzespoły konstrukcyjne, nawet zasadnicze i utrzymywania zleceń w stałej gotowości do przekazywania poddostawcom. Zasada ta, która mogła dać duże korzyści w przyszłości, przy rozszerzeniu produkcji, stosowana od początku hamowała i utrudniała przygotowanie własnego warsztatu.

Zamówień dla nowej produkcii miały dostarczyć na początku fabryki i przedsiębiorstwa państwowe oraz samorządy, w razie potrzeby pod pewnym naciskiem Ministerstwa Przemysłu i Handlu w formie odmowy pozwolenia na przywóz z zagranicy. Terminy dostawy miały być dostosowane do zagranicznych, względnie niewiele dłuższe. Ceny miały korzystać tylko z istniejącej, niedostatecznej ochrony celnej, wynoszącej około 15% wartości rynkowej. Zamierzenia te, nie liczące się z realnymi możliwościami nowej produkcji miały być bodźcem, usprawniającym organizację i pracę.

Opracowanie kosztorysu inwestycyjnego nowej produkcji oraz wykonawczych projektów urządzeń rozpoczęte było w lecie 1938 r., a praca zasadnicza—jesienią 1938 r., jednocześnie w kilku kierunkach: finalizowanie umowy licencyjnej, szkolenie kilku osób personelu kierowniczego w wytwórni szwedzkiej oraz kilku kandydatów na monterów — na montażach szwedzkich turbin STAL w Polsce, ostateczne opracowanie kosztorysu inwestycyjnego, organizacja wydziału, wykonywanie inwestycji i wreszcie—co stanowi istotne zadanie — wykonywanie zamówień na turbozespoły.

Do końca sierpnia 1939 r. z sumy kosztorysowej wykonano inwestycji około 65%. Jako jeden z etapów tych prac należy wymienić uruchomienie z wiosną 1939 r. instalacji kotłowej „Velox" na gaz ziemny, dostarczonej przez szwajcarską wytwórnię Brown Boveri, stanowiącej zasadniczą część turbinowej stacji prób. Jednocześnie zmontowano na stacji prób i uruchomiono turbozespół STAL 3 200 *kW*, wykonane całkowicie w Szwecji i przeznaczony dla jednego z odbiorców krajowych. Zespół ten przed dostarczeniem go odbiorcy był zmontowany wypróbowany i uruchomiony w Stalowej Woli, z jednej strony dla celów szkoleniowo-doświadczalnych, z drugiej zaś dla dostarczenia energii elektrycznej do terminowego uruchomienia Huty, na skutek niewykończenia na czas Elektrowni Okręgowej „Ozet" w Stalowej Woli.

Jeżeli chodzi o produkcję turbozespołów, przyjęto do końca sierpnia 1939 r., do wykonania w znacznej części w kraju (od 50 do 65% wartości), zlecenia na 7 turbozespołów o mocy 1 500-3 600 *kW* (jeden z nich przeznaczony dla Jugosławii), łącznej wartości około 1 500 000 *zł*, z czego w kraju miało pozostać około 850 000 *zł*, oraz — do wykonania całkowicie w kraju — urządzenia kondensacyjne do 2 turbozespołów, wartości łącznej około 150 000 *zł*. Około większości tych zamówień podjęto prace przygotowawcze, a wykonanie pierwszego, z grudnia 1938 r., zostało już rozpoczęte.

Były to 3 jednakowe turbozespoły kondensacyjne po 2 100 *kW* mocy, łącznej wartości około 675 000 *zł*, z terminem wykonania dwóch turbo-

zespołów w grudniu 1939 r., a trzeciego — w styczniu 1940 r. Do zespołów tych miały być wykonane w Stalowej Woli względnie w kraju: kadłuby turbin (część środkowa i obydwie końcowe za generatorami), zawory wlotowe, rotory generatorów, chłodnice oleju, chłodnice powietrza, wreszcie kompletne urządzenia kondensacyjne, bez turbinek pomocniczych, łącznie ok. 65% ciężaru turbozespołów, a około 45% wartości loco fabryki. Licząc koszty dodatkowe, około 50% wartości zespołów miało pozostać w kraju.

Wobec napływu zleceń artyleryjskich udział Stalowej Woli w wykonaniu zamówienia został wbrew zamierzeniom znacznie zmniejszony i miał się ograniczyć do wykonania rotorów generatorów (6 sztuk, po 2 sztuki do 3 zespołów), różnych drobnych części urządzenia kondensacyjnego i zespołu rurociągów oraz do montażu turbozespołów. Reszta dostawy krajowej miała być wykonana przez poddostawców.

Wszystkie zlecenia na zagraniczną i krajową część dostawy, zarówno dla warsztatów własnych jak i poddostawców krajowych, zostały wydane. Zostały już wykonane w Zakładach odkuwki rotorów i odlewy części kondensatorów (pokrywy, wzierniki) i obróbka pierwszych i drugich rozpoczęta. Zaczęły napływać materiały i półwytwory od poddostawców, między innymi obrobione odlewy kadłubów od Zieleniewskiego w Krakowie, mosiężne rurki i dna sitowe do kondensatorów (nawiercone w Zakładach) i t. d.

Z powodu zapowiadanych opóźnień, zarówno u poddostawców krajowych, jak i wytwórni S T A L, przewidywano znaczne, może półroczne opóźnienie umówionego terminu wykonania turbozespołów.

Wojna i okupacja przerwały powyższe prace, uniemożliwiły wykonanie umowy licencyjnej, a przez zniszczenie lub rozproszenie materiałów, półfabrykatów, inwestycyj i t. p. prawie zlikwidowały rozpoczęte prace. Nie dały one wyniku istotnego w postaci gotowego turbozespołu choćby częściowo produkcji krajowej, pozostawiły tylko różne uboczne stwierdzenia i spostrzeżenia, dotyczące zarówno błędów i trudności, jak też pewnych objawów pozytywnych.

Pomijając sprawę wyboru licencji, który należy usprawiedliwić i który nie dał wyników ujemnych (może dlatego, że nie dał żadnych?), można moim zdaniem uważać za błąd ulokowanie w jednym warsztacie „cywilnej" produkcji turbin, której ceny miały być dyktowane konkurencją, z produkcją artyleryjską, nieoszczędną, nie liczącą się z ilością wiórów, korzystającą z cen wygórowanych — uprzywilejowanych. Prawdopodobnie drogie działa zapłaciłyby w końcu koszty tanich turbin.

Drobnym ale dokuczliwym przejawem niewłaściwości tego połączenia były trudności, spowodowane wojskowymi przepisami bezpieczeństwa Zakładów, w zdobywaniu dostępu do wydziału turbinowego dla interesantów, monterów, klientów.

Drugim błędem było nieliczenie się z realnymi możliwościami wykonania i przyjmowanie zamówień ze zbyt krótkimi terminami, które nie mogły być dotrzymane.

Spotykane trudności były to na ogół zwykłe przeszkody, jakie nastręcza każda nowa działalność, a więc organizacyjne, personalne, pośpiech i nieuniknione pomyłki w pracy, wszystko spotęgowane nowością i odrębnością przedmiotu. Specyficzną trudnością było użytkowanie materiałów technicznych licencyjnych w języku szwedzkim mało rozpowszechnionym. Rysunki wykonane były w sposób odbiegający od przyjętego u nas, na innych formatach, z użyciem pasowań według norm szwedzkich, z szerokim zastosowaniem gwintów calowych. Wobec braku personelu i czasu rysunki oryginalne szwedzkie, w formie odbitek na kalce płóciennej, nie były przerysowywane, a tylko uzupełniane wprost na kalce niezbędnymi napisami polskimi, powielane i w postaci odbitek wydawane na warsztat względnie poddostawcom.

Podkreślając drobne może mankamenty, należy uwydatnić też osiągnięcia korzystne. Było to przede wszystkim stwierdzenie, że przemysł pomocniczy w Polsce jest w stanie przyjąć zlecenia nie tylko na materiały pomocnicze i półfabrykaty, ale i na całkowite zespoły konstrukcyjne. Drugim takim stwierdzeniem był fakt łatwego przyswajania sobie przez rzemieślników i techników polskich, nowego, obcego materiału i rysunków. Należy tu odnotować fakt wykonania przez tokarza Polaka w Zakładach precyzyjnej dławnicy Ljungströma, która według zamierzeń przedwojennych nie miała być na razie wytwarzana w Polsce. Drugim podobnym faktem było całkowicie samodzielne wykonanie rewizji turbozespołu Ljungströma podczas okupacji niemieckiej w jednym z miast Małopolski Wschodniej, przez delegowanego tam z Zakładów ślusarza Polaka, kandydata na montera turbinowego, który poznał w ogóle turbiny po raz pierwszy tylko z kilku praktyk montażowych przed samą wojną.

Po omówieniu przebiegu i wyników przedwojennej próby produkcji turbin parowych w Polsce należy stwierdzić, że do sprawy tej musimy dzisiaj podchodzić znowu od początku, uwzględniając nowe warunki, w jakich dzisiaj żyjemy. Głód turbin parowych występuje ze wzmocnioną siłą, a zagraniczne fabryki turbin wobec wzrostu zatrudnienia przedłużają terminy dostawy. Podstawowe znaczenie produkcji energii elektrycznej w rozwoju przemysłu, konieczność powiększenia stopnia uprzemysłowienia kraju, wreszcie konieczność uniezależnienia Narodowych Planów Gospodarczych — choćby w dalszej przyszłości — od importu turbin parowych z zagranicy, przesądzają potrzebę posiadania krajowej wytwórni w sensie pozytywnym. Jednocześnie nadmierny wzrost ilości potrzeb inwestycyjnych i ubytek środków do zaspokojenia tych potrzeb zmuszają do rozważnego zbadania wszystkich okoliczności celem uniknięcia błędów i trudności, słowem — do przeprowadzenia studiów i ułożenia planu.

Zainicjowanie tych prac i danie wytycznych mogłoby być zadaniem Państwowej Rady

Energetycznej (o której mówił referat SEP na zeszłorocznym Kongresie Techników Polskich w Katowicach), czy też innej instytucji o podobnych prerogatywach. Przeprowadzeniem studiów i planem mógłby się zająć Instytut Energetyczny (wspomniany w tymże referacie) w porozumieniu z zainteresowanymi gałęziami przemysłu polskiego. Przedmiotem studiów musiałyby być sprawy następujące: ustalenie istotnego zapotrzebowania turbin parowych z podziałem na rodzaje i grupy mocy — wybór licencji, budowa generatorów turbinowych, warunki możliwości krajowej produkcji (organizacja—warsztat—urządzenia — materiał — pracownicy — finanse — przemysł pomocniczy — opłacalność produkcji), wybór miejsca, ogólny program krajowej produkcj (ograniczenie rodzaju i mocy turbin, warunków pary) i zasady normalizacji.

Pozostałe sprawy, nie wymienione w tym programie, byłyby opracowane już przez organizację, powołaną do realizacji planu ogólnego. Byłyby to: kosztorys inwestycyjny, szczegółowy program produkcji, rachunek opłacalności produkcji, (czyli kosztorys produkcji), szczegółowy plan pracy, normalizacja.

Warunkiem rozpoczęcia tych prac jest oczywiście sama możliwość uzyskania licencji, trudniejsza dzisiaj niż przed wojną i może w większym stopniu zależna od warunków wymiany handlowej, które mogą wpłynąć decydująco na wybór tego czy innego systemu, niezależnie od względów technicznych. Wobec zmienionych form organizacyjnych przemysłu; poza przemysłem państwowym nie ma już możliwości podjęcia fabrykacji turbin. Okoliczność ta musi niewątpliwie wpłynąć na warunki przyszłej licencji. Wydaje mi się np. niemożliwym do przyjęcia przy nabyciu licencji warunek jej wyłączności nie tylko na terenie całego Państwa, ale nawet w obrębie jednej wytwórni.

W powyższych rozważaniach pominąłem pytanie: licencja czy konstrukcja własna? Uważam licencję za warunek konieczny wobec braku konstrukcyj własnych, a brak ten — za naturalny wobec nieposiadania przez nas dotychczas warunków powstania i rozwoju konstrukcyj turbin parowych. Licencja jest więc wypełnieniem braku naturalnego. Sądzę dalej, że licencja nie tylko nie uniemożliwia konstrukcji własnej, ale przeciwnie, jest konieczna w dzisiejszych warunkach dla zapoczątkowania pracy w tym kierunku.

Na zakończenie przytoczę dla ilustracji osiągnięć, możliwych na podstawie licencji, niektóre dane, dotyczące produkcji turbin parowych w Rosji. Dane te czerpie, w braku innych źródeł, z dostępnej mi literatury podręcznikowej rosyjskiej.

Produkcję turbin rozpoczęto w Rosji jeszcze w 1904 r. na podstawie licencji Rateau, zaniechanej w 1911 r. przez nabycie licencji AEG Pierwszą turbinę wypuszczono w 1907 r. Do roku 1917 wykonano zaledwie 26 maszyn, o mocy ogólnej, nie przewyższającej 10 000 *kW*, w tym największą 1 250 *kW*. Właściwy rozwój rozpoczął się dopiero po rewolucji październikowej z chwilą ponownego podjęcia produkcji w r. 1923. Oprócz wzorów dawnej licencji AEG wzięto za podstawę produkcji jeszcze licencję angielską, Metropolitan-Vickers, od r. 1929 i amerykańską, General Electric Co., od roku 1934. Obecnie czynnych jest 5 fabryk, z tego 2 — większych turbin, w Leningradzie i Charkowie, 2 — mniejszych turbin, również w Leningradzie i 1 w Świerdłowsku na Uralu. Wszystkie fabryki produkują oprócz maszyn według wzorów obcych również konstrukcje własne, opracowane na podstawie tamtych. Przykładem mogą tu być jednostki kondensacyjne 50 000 *kW* 3 000 *obr/min.* w jednym kadłubie oraz 100 000 *kW*, również 3 000 *obr/min.*, w dwóch kadłubach — turbiny dla pary dolotowej 29 ata 400° C obydwie, stanowiące rekordy światowe. Produkcja turbin w okresie 1923-28 wyniosła 181 000 *kW* (w 55 jednostkach), a w pięcioleciu 1930-34 już 1 177 000 *kW*. Produkcja roczna fabryki w Charkowie, uruchomionej w 1934 r., planowana początkowo na 1 000 000 *kW*, miała być podniesiona do 1 500 000 *kW*. Roczne zapotrzebowanie turbin w latach 1931 i 1932 oceniane było na 3 000 000 *kW*. W porównaniu z tą liczbą podane na wstępie przypuszczalne zapotrzebowanie mocy turbin w Polsce 300 000 kW rocznie nie wydaje się wygórowane.

Charakterystycznym dla produkcji turbin w Rosji jest znormalizowanie zarówno rodzaju jednostek, jak ich mocy i warunków pary, nie spotykane gdzie indziej. Wyniki doświadczeń w tej dziedzinie muszą być wzięte pod uwagę przy rozwiązywaniu tego zagadnienia w przyszłości w Polsce.

Szczególny wypadek międzynarodowego błędu w obliczeniu wytrzymałościowym

Dr. Nauk Techn. ZENOBIUSZ KLĘBOWSKI.

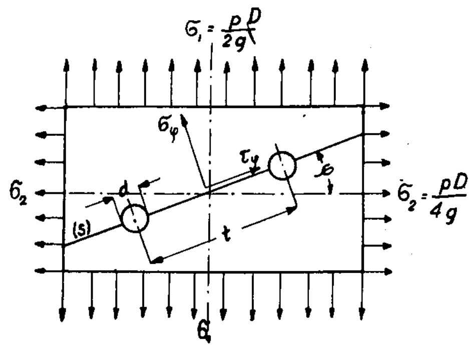
Wstęp — Zestawienie metod: angielskiej, niemieckiej, rosyjskiej i ich podstawy wytrzymałościowe. — Dyskusja warunków wytrzymałościowych. — Przyczyna błędu międzynarodowego. — Trudności przy próbie poprawnego rozwiązania zagadnienia. — Konieczność pogłębienia znajomości wytrzymałości tworzyw przez konstruktorów.

Bardzo trudno jest naogół popełnić wspólny błąd przy wyjaśnianiu zagadnienia na drodze różnego doń podejścia, to jest zgoła różnymi metodami, tym bardziej jeżeli metody te są stosowane w różnym czasie w rozmaitych krajach przez autorów nie porozumiewających się z sobą, a mających różny pogląd na istotę zagadnienia.

Tematem niniejszej rozprawy jest właśnie taki wspólny błąd popełniony w Anglii na samym początku bieżącego stulecia, w Niemczech w 1936

roku i w Rosji na początku wojny, w końcu 1939 roku.

Tłem, na którym popełniano omawiany błąd było dążenie do opracowania metody wytrzymałościowego obliczenia ścianki płaszcza walczaka w ukośnych szeregach otworów opłomkowych.



Rys. 1. Naprężenie w skośnym przekroju płaszcza.

Zwróćmy uwagę na rys. 1, przedstawiający prostokątny element powłoki, do której upodobniamy ściankę płaszcza walczaka kotłowego z osią zorientowaną poziomo.

$$\left.\begin{aligned} s_f &= \frac{s_1 + s_2}{2} + \frac{s_1 - s_2}{2} \cos 2f \\ t_f &= \frac{s_1 - s_2}{2} \operatorname{Sin} 2f \quad . \; . \; . \; . \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

Wyrażenia (1) podają wartości naprężeń normalnego s_f i stycznego t_f w zależności od wartości naprężeń głównych: obwodowego s_1 i osiowego $s_2=0{,}5\ s_1$.

Naprężenia s_f i t_f oznaczone na rys. 1 panują w przekroju dolnej części elementu przy myślowo odrzuconej — górnej.

Metoda angielska stosowana przez „Hartford Steam Boiler Inspection and Insurence Co" omawiana jest w 1909 roku w Zeitschrift für Dampfkessel und Maschinenbetrieb[1]), przyjmuje za podstawę obliczenia pierwszy wzór grupy (1), t. j. naprężenie normalne, panujące w skośnym przekroju zawierającym otwory, dzieląc je przez osłabienie:

$$z_f = \frac{t_f - d}{t_f} \quad . \; . \quad (a)$$

Obliczeniowy wzór przedstawia równość (2):

$$s_f \leqq k \quad . \; . \quad (2)$$

przy czym lewa strona wzoru winna być pomnożona przez $\frac{1}{z_f}$

Spośród autorów wysnuwających te same w istocie propozycje, różniące się pomiędzy sobą tylko formalną stroną ujęcia obliczenia wymienię Dr. W. Ottego[2]) (1923 r.) i inż. A. Korhammera[3]) (1930 r.).

1) Z. f. D. u M. Berlin 1909 r. 29.I.N.5, str. 47-52 i 5.II.N.6, str. 59-60.

2) Dr.-Ing. W. Otte, Essen. Der Schwächungskoeffizient für schräge Lochreihen bei Zylindrischen Kesseln mit inneren Ueberdruk. Die Wärme 1923.6.VII. 27, str. 291-292.

3) Dipl.-Ing. Aug. Korhammer, München. Schwächungskoeffizient für schräge Lochreiben bei zylindrischen Kesseln mit innerem Ueberdruck. Die Wärme 1930.19.VIII. N. 29, str. 560-561.

Metoda niemiecka zalecana przez poważną instytucjü naukowo-techniczną „Vereinigung der Grosskesselbesitzer" w Berlinie, opiera się na pracy Inż. Schiwiera'y[4]) z 1936 r. Odnośny warunek wytrzymałości przedstawia wzór (3):

$$0{,}35\ s_f + 0{,}65\sqrt{s_f^{\,2} + 4t_f^{\,2}} \leqq k, \quad . \quad (3)$$

przy czym lewa strona wzoru winna być pomnożona przez: $\frac{1}{z_f}$

Lewa strona wzoru (3) wyraża naprężenie zastępcze sformułowane według wytężeniowej hipotezy największego wydłużenia, obiczone z naprężeń s_f i t_f, panujących w skośnym przekroju.

Metoda rosyjska[5]) opracowana została w końcu 1939 r. przez „C. K. T. I." i wydana w projekcie nowych norm obliczenia na wytrzymałość części kotła w celu zmiany dawnego projektu wydanego w 1937 r. Metoda ta sprowadza się do przyjmowania wzoru obliczeniowego (4)

$$\sqrt{s_f^{\,2} + 4\ t_f^{\,2}} \leqq k \quad . \; . \; . \; . \quad (4)$$

przy czym lewa strona wzoru winna być pomnożona przez: $\frac{1}{z_f}$

Lewa strona wzoru (4) wyraża naprężenie zastępcze przyjmowane przez hip. największego odkształcenia postaciowego, względnie największego naprężenia tnącego, określonego z naprężeń s_f i t_f.

Podkreślam, że najbardziej zacofanym z wymienionych tu sposobów obliczenia, ze względu na użytą hipotezę jest metoda niemiecka; opiera się ona na rdzennie francuskiej hipotezie największego wydłużenia — zupełnie już dzisiaj przestarzałej, a pokutującej jeszcze w technicznych zastosowaniach, zwłaszcza w Niemczech. Poza tym, że Niemcy używali do obliczenia omawianego elementu do ostatnich czasów przestarzałej hipotezy, stosowali ją oni ponadto błędnie.

Najbardziej postępowym z wymienionych tu sposobów obliczenia jest metoda rosyjska; opiera się ona na hipotezie największego naprężenia tnącego, konkurującej w obliczeniach nie wymagających daleko posuniętej ścisłości z hip. Huber-Mises-Hencky, to jest z hipotezą energii odkształcenia postaciowego i w zastosowaniach do stali kotłowej dającą najwyżej 15,5% różnicy w kierunku zwiększenia pewności. Należało jedynie zrobić prawidłowy użytek z tej hipotezy.

Największą jednak kolizją z wybraną hipotezą jest obarczona metoda angielska, która nie określa nawet największej wartości naprężenia normalnego z naprężeń s_f i t_f, a mianowicie:

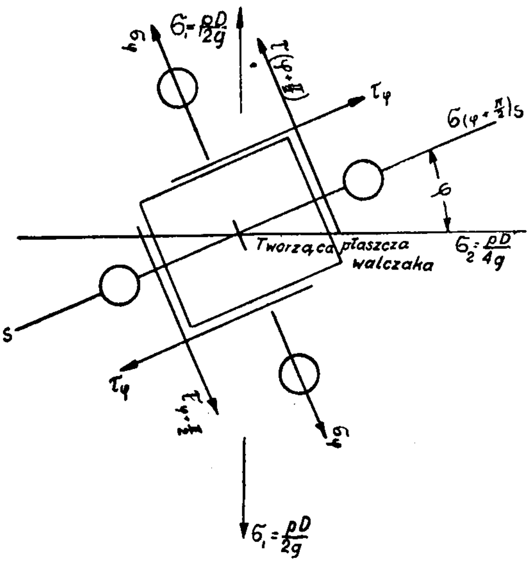
$$s_{max} = 0{,}5\ s_f + 0{,}5\ \sqrt{s_f^{\,2} + 4\,t_f} \quad . \; . \quad (b)$$

lecz przyjmuje w obliczeniu wprost naprężenie normalne s_f.

4) Dipl.-Ing. J. Schiwiera V.D.I., München. Zur Berechnung der Wandstärke von Kesseltrommeln mit versetzten Lochreiben. Zeitschrift des Bayerischen Revisions-Vereins 1936 r. 30. IX. 18, str. 171-173.

5) *L. Szumiljan.* K woprosu rasczeta na procznost barabanow krugłych kamer. Sowietskoje kotłostrojenie, 1940 r., grudzień, str. 448.

Co mogą mieć wspólnego te wymienione trzy metody, opracowane w różnych krajach, że przyczynę niewłaściwych wyników prac różnych autorów przypisałem wspólnemu błędowi zapowiedzianemu w tytule?



Rys. 2. Stan napięcia w elemencie płaszcza kotła.

Wyjaśnia to następujące rozważanie: Rozpatrzmy prostokątny element płaszcza walczaka przedstawiony na rys. 2, którego jedna para krawędzi jest równoległa do rozpatrywanego kierunku (S) — szeregu otworów, druga zaś para krawędzi jest do tego kieruku prostopadła.

Oznaczając s_f przez s_x, $s_{\left(f+\frac{3,14}{2}\right)}$ przez s_y, $t_f = t_{\left(f+\frac{3,14}{2}\right)}$ przez t i uwzględniając osłabienia z_1 w szeregu (S) i z_2 w szeregu doń prostopadłym, otrzymujemy naprężenie działające na krawędziach takiego elementu w następującej postaci (5):

$$\left.\begin{aligned} s_x &= \frac{s_1+s_2}{2} + \frac{s_1-s_2}{2}\cos 2f = s_1\cos^2 f + s_2 \sin^2 f \\ s_y &= \frac{s_1+s_2}{2} - \frac{s_1-s_3}{2}\cos 2f = s_1 \sin^2 f + s_2 \cos^2 f \\ t &= t_f = t_{\left(f+\frac{3,14}{2}\right)} = \frac{s_1 - s_2}{2}\sin 2f = \\ &= (s_1 - s_2)\sin f \cos f \;\ldots\ldots\ldots \end{aligned}\right\} \quad (5)$$

Skrajne naprężenia, normalne s_{max} i s_{min} panują w przekrojach, na których nie działają naprężenia tnące i wyrażają się w funkcji ogólnych składowych stanu napięcia s_x, s_y, t według równości (5a)

$$s_{max} = \frac{s_x + s_y}{2} + \frac{1}{2}\sqrt{(s_x - s_y)^2 + 4t^2} \text{ i } s_{min} = \frac{s_x + s_y}{2} - \frac{1}{2}\sqrt{(s_x - s_y)^2 + 4t^2} \quad . \; . \quad (5\,a)$$

Kąt f_o, jaki tworzą przekroje charakteryzowane naprężeniami s_{max} i s_{min} kolejno z przekrojami, w których panują naprężenia s_x i s_y, określa równość:

$$tg\, 2f_o = \frac{2t}{s_x - s_y} \;.\;.\;.\;.\;. \quad (5\,b)$$

Zauważmy przy tym, iż w rozpatrywanym przez nas przypadku ścianki płaszcza walczaka bez uwzględnienia osłabień, otrzymamy z równości (5a):

$$s_{max} = s_1 = \frac{pD}{2g} \text{ i } s_{min} = s_2 = \frac{pD}{4g} \quad . \quad (5\,c)$$

a z równości (5b):

$$f_o = -f \text{ i } f_o = +\frac{3,14}{2} - f\,. \quad (5\,d)$$

Wyrażenia największych wartości omawianych wielkości, a mianowicie naprężenia normalnego $[s_{max}]$, wydłużenia $[e_{max} = \frac{1}{E}(s_1 - \frac{1}{m}s_2)]$ i naprężenia tnącego $[t_{max} = \frac{s_1 - s_2}{2}]$ odpowiadających właściwym przekrojom prostopadłym do płaszczyzny elementu, przechodzącym przez rozpatrywany punkt, podają równości (6):

$$\left.\begin{aligned} &\text{Największe naprężenie normalne:} \\ &s_{max} = \frac{s_x + s_y}{2} + \frac{1}{2}\sqrt{(s_x - s_y)^2 + 4t^2} \\ &\text{Największe wydłużenie przy } \left(\frac{1}{m} = 0,3\right) \\ &e_{max} = \frac{1}{E}\left[0,35\,(s_x + s_y) + 0,65\,\sqrt{(s_x - s_y)^2 + 4t^2}\right] \\ &\text{Największe naprężenie tnące:} \\ &t_{max} = \frac{1}{2}\sqrt{(s_x - s_y)^2 + 4t^2} \end{aligned}\right\} \quad (6)$$

Aby otrzymać warunki wytrzymałościowe, przyjmujące za podstawę omawiane wielkości, należy prawe strony równości (6) przyrównać po kolei do odpowiednich wyrażeń dla jednoosiowego stanu napięcia, przy dopuszczalnym naprężeniu k, czyli należy przyrównać je odpowiednio do: k, $\frac{1}{E}k$, $\frac{1}{2}k$ i otrzymane równości skrócić tak, aby z jednej strony pozostało tylko naprężenie dopuszczalne k.

Odnośne warunki wytrzymałościowe, to jest wzory obliczeniowe z pominięciem osłabienia przedstawiałyby wzory (7):

$$\left.\begin{aligned} &0,5\,(s_x + s_y) + 0,5\,\sqrt{(s_x - s_y)^2 + 4t^2} \leq k, \\ &0,35\,(s_x + s_y) + 0,65\,\sqrt{(s_x - s_y)^2 + 4t^2} \leq k, \\ &\sqrt{(s_x - s_y)^2 + 4t^2} \leq k\,.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;. \end{aligned}\right\} \quad (7)$$

Zamiast więc wzorów (2), (3), (4) winny być przez autorów odnośnych metod obliczenia użyte wzory grupy (7), jeżeli od obliczeniowego wzoru wymaga się, aby wielkość która jest brana za podstawę obliczenia była prawidłowo znaleziona i w obliczeniu uwzględniona. Wielkością tą jest:
w metodzie angielskiej — największe naprężenie rozciągające,
w metodzie niemieckiej — największe wydłużenie,
w metodzie rosyjskiej — największe naprężenie tnące.

Określanie i branie pod uwagę w obliczeniu innych wartości tych wielkości, nie największych, byłoby w tym wypadku jednoznaczne z użyciem nowych, nieznanych dotychczas, hipotez wytężenia. Takie nowe hipotezy winny być uprzednio

podane do ogólnej wiadomości świata technicznego, czego jednak nie uczyniono.

A teraz możemy odpowiedzieć na pytanie, co mogą mieć wspólnego te omawiane trzy różne metody obliczenia, opracowane w rozmaitych krajach przez nieznających się z sobą różnych autorów?

Tym grzechem wspólnym jest nieumiejętność odnalezienia w przypadku dwuwymiarowego stanu napięcia przez każdego z autorów wyrażania tej wielkości, którą bierze on za podstawę obliczenia, a mianowicie: przez Anglika — największego naprężenia rozciągającego, przez Niemca — największego wydłużenia, przez Rosjanina — największego naprężenia ścinającego.

Jeżeli zważymy, że któraś z tych trzech metod: angielska, niemiecka, lub rosyjska — szereguje je w chronologicznym porządku opublikowania — jest poza Anglią, Niemcami i Rosją, stosowana również w Stanach Zjednoczonych, we Francji, Hiszpanii i Włoszech, to nazwa błędu: „międzynarodowy błąd", uwidoczniona w tytule niniejszej rozprawy jest aż nazbyt usprawiedliwiona.

W rozprawie niniejszej zadowalam się jedynie wykazaniem wspólnego błędu, popełnionego w różnych krajach, przy rozwiązywaniu tego samego zagadnienia przez autorów mających różny pogląd na istotę zagadnienia, nie proponując nowego sposobu obliczenia wolnego od tego błędu; będzie to bowiem tematem moich osobistych rozważań.

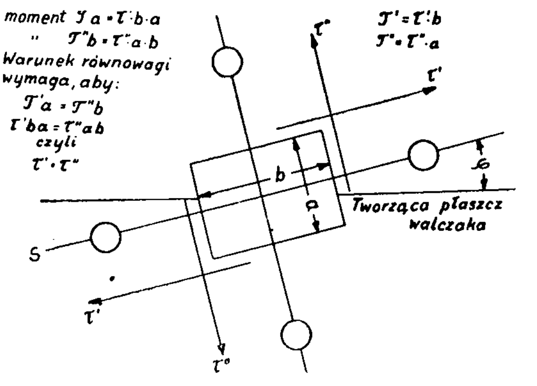
Wskażemy jednak na trudności jakie się wyłaniają przy próbie poprawnego rozwiązana omawianego zagadnienia.

Wprowadzając mianowicie warunki wytrzymałościowe (t.j. wzory obliczeniowe) oparte na przyjmowaniu za wielkość miarodajną: raz — największe naprężenie normalne, drugi raz — największe wydłużenie i trzeci raz — największe naprężenie tnące, wypadałoby wszystkie naprężenia odpowiadające wzorom (5), a uwidocznione na rys. 2, panujące w przekroju równoległym do kierunku *(S)* pomnożyć przez odwrotność współczynnika osłabienia $\frac{1}{z_1} = \frac{t_1}{t_1 - d}$, a naprężenia panujące w przekroju prostopadłym do tego kierunku *(S)* pomnożyć przez odwrotność współczynnika osłabienia $\frac{1}{z_2} = \frac{t_2}{t_2 - d}$, oraz zwiększone w taki sposób wartości średnich naprężeń wypadałoby wstawić do równości (7).

Przy takim postępowaniu jednak spotkamy się z przykrą niespodzianką, a mianowicie: ponieważ $t_f \neq t_{(f + \frac{3,14}{2})}$ to przy różnych osłabieniach z_1 i z_2 w obydwu szeregach skośnych, otrzymamy:

$$\frac{t_f}{z_1} \neq \frac{t_{(f + \frac{3,14}{2})}}{z_2}$$

Istnienie tej nierówności nie pozwala nam na zużytkowanie dla naszego celu wzorów (7), przewidujących właśnie zachodzenie równości pomiędzy tymi naprężeniami.



Rys. 3. Warunek równowagi elementu ze względu na obrót.

W celu zdania sobie sprawy z fizykalnej interpretacji tej nierówności zwróćmy uwagę na rys. 3, w którym dla uproszczenia oznaczyliśmy $\frac{t_f}{z_1}$ przez t', a $\frac{t_{(f + \frac{3,14}{2})}}{z_2}$ przez t''.

Jeżeli przyjmiemy grubość elementu równą jedności, to napięcia panujące na każdej krawędzi równoległej do kierunku *(S)* są równe $T' = t' \cdot b$, a napięcia panujące na każdej krawędzi prostopadłej do tego kierunku równe są $T'' = t'' \cdot a$. Odnośne momenty par sił $t' \cdot a \cdot b$ i $t'' \cdot a \cdot b$ powinny być sobie równe, jeżeli element jest w równowadze. Z trzeciego jednak wyrażenia grupy (5) przy różnych osłabieniach z_1 i z_2 nie otrzymujemy równości tych naprężeń.

Oznaczałoby to, że element płaszcza walczaka, znajdujący się na przecięciu dwóch szeregów otworów, powinien się ustawicznie obracać w swej płaszczyźnie, czego znów w istniejących kotłach nie obserwujemy. Autorzy trzech omawianych obliczeń nie doświadczyli tych trudności, wychodzą one dopiero po przeprowadzonej przez nas analizuje zagadnienia wówczas, gdy autorzy obliczeń podchodzili do nich w sposób prymitywny i błędny.

Nieporozumienia tego nie będę na tym miejscu wyjaśniał, zadowalając się już dokonanym wykazaniem błędu międzynarodowego w obliczaniu wytrzymałościowym kotłów opłomkowych.

Zarówno popełnienie omawianego błędu przez wielu autorów, jakoteż i końcowe nieporozumienie, do którego doszliśmy, a które jest trudno sobie doraźnie wyjaśnić, jak i bezradność pragnącego podać prawidłowe obliczenie przy pomocy jednego z trzech wzorów grupy (7) przy wykorzystaniu naprężeń (5) podzielonych przez odpowiednie osłabienia, wskazują dobitnie na nieopanowanie przez konstruktorów podstaw wytrzymałości materiałów, jakimi są zasady teorii sprężystości. Niedomaganie to, widzimy na przykładzie, jest dość powszechne, bo międzynarodowe.

Narzekamy ogólnie, że w Politechnikach za dużo uczą nas teorii i to z każdego przedmiotu, a zwłaszcza Wytrzymałości Materiałów.

Na narzekanie takie mogę odpowiedzieć zarówno „tak", jakoteż i „nie", w zależności od sposobów sprecyzowania powiedzenia „za dużo".

Bo mogę się zgodzić, że „za szeroko", ale nie zgodzę się nigdy, że „za głęboko".

To też przy obecnej słusznej, moim zdaniem, tendencji zorganizowania studiów technicznych tak, aby je można było ukończyć w krótszym czasie niż dawniej — z jednej strony, a konieczności lepszego opanowania przedmiotu — z drugiej, należałoby postąpić w myśl następującej zasady: Znacznie pogłębić podstawy przy równoczesnym tym większym zwężaniu rozpiętości kursu.

Z rękopisów prac powstałych podczas wojny, z którymi miałem możność zapoznania się wnioskuję, iż pierwszy postulat, t. j. „pogłębianie" jest w nich uwzględniany.

Na rysunkach podane greckie litery, w tekście zastąpiono je odpowiednimi literami łacińskimi.

DZIAŁ SPRAWOZDAWCZY

Laboratorium Fizyczne w Teddington

Inż. J. Oderfeld.

Organizacja laboratorium — Działy: aerodynamiczny, elektrotechniczny, mechaniczny, światła, metalurgiczny, metrologii, fizyczny, radiotechniczny, i okrętowy.

Dzięki uprzejmości Brytyjskiej Instytucji Normalizacyjnej miałem sposobność w październiku r. z. zwiedzić doskonale wyposażone Laboratorium Fizyczne w Teddigton, które bierze wybitny udział w pracy normalizacyjnej. Laboratorium znajduje się w odległości 40 minut jazdy od centrum Londynu. O jego rozmiarach najlepiej świadczy gęsto zabudowana powierzchnia, wynosząca łącznie 200 ha.

Laboratorium istnieje od 1900 r. Organizacyjnie podlega od 1918 r. Departamentowi Badań Naukowych i Przemysłowych, jednakże kierownictwo naukowe spoczywa w rękach Królewskiego Towarzystwa *(Royal Society)*, czyli instytucji o typie zbliżonym do naszej Akademii Umiejętności. Łączność ta jest tak ścisła, że Prezes *Royal Society* jest z urzędu Prezesem Laboratorium. Komitet Wykonawczy Laboratorium składa się z przedstawicieli *Royal Society* i przedstawicieli organizacyj technicznych. W ten sposób nauka i przemysł mają bezpośredni wpływ na prace w Laboratorium. Państwo jest jednocześnie klientem, (bynajmniej nie wyłącznym) i administracyjnym kontrolerem Laboratorium.

Finansową podstawą Laboratorium są opłaty za wykonane prace. Laboratorium nie jest jednak imprezą zarobkową. I tak naprzykład dostarcza, bezpłatnie takich informacyj, których może udzielić na podstawie posiadanego doświadczenia bez wszczynania badań.

Jeżeli zatrzymałem się dłużej nad stroną organizacyjną tej instytucji, to dlatego, że wytrzymała ona próbę 28 lat pracy, uwieńczonej doskonałymi rezultatami i że ten elastyczny model mógłby być z korzyścią wzięty pod uwagę w naszym kraju, gdzie w dziedzinie badawczej zaczynamy dopiero działać po przerwie wojennej i po bez mała dwóch latach, w czasie których inne zagadnienia przesłaniały ważność pracy naukowo-badawczej.

Laboratorium posiada 10 działów: aerodynamiczny, elektrotechniczny, mechaniczny, światła, matematyczny, metalurgiczny, metrologii, fizyczny, radiotechniczny, okrętowy.

Laboratorium zwiedzałem tylko jeden dzień, z konieczności więc musiałem ograniczyć się do pobieżnego zapoznania się z jego wyposażeniem i techniką pracy. Ponadto, rzecz jasna, musiałem trzymać się wąskiej ścieżki, którą nazwałbym „szlakiem turystów", a która omija wiele budynków. W każdym razie zwiedzanie to nie było tak beznadziejne, jak np. moja wizyta u Fiata w Turynie na kilka lat przed wojną, kiedy przez sale fabryczne przejechałem poprostu samochodem.

Przechodzę do krótkiego opisu niektórych działów.

Dział aerodynamiczny. Oficjalną dewizą tego Działu jest skoncentrowanie się na badaniach o typie zasadniczym. Laboratorium może sobie na takie ograniczenie pozwolić, gdyż poza nim istnieje ogromne laboratorium tego typu w Farnbourgh i mnóstwo laboratoriów fabrycznych.

Wyposażenie działu w tunele — podstawowe narzędzia pracy — przedstawia się następująco: Przede wszystkim 9 tuneli „klasycznych" o szybkości wiatru 260 *km/godz* i wymiarach od Ø 2,1 *m* do 4 × 2,7 *m* i ponadto tunel na sprężone powietrze 25 *atm* o średnicy Ø 1,8 *m*. Rys. 1. Jak wiadomo użycie sprężonego powietrza pozwala na osiągnięcie w tunelu, nawet przy niewielkiej szybkości strugi, warunków zbliżonych do zachodzących w locie rzeczywistym.

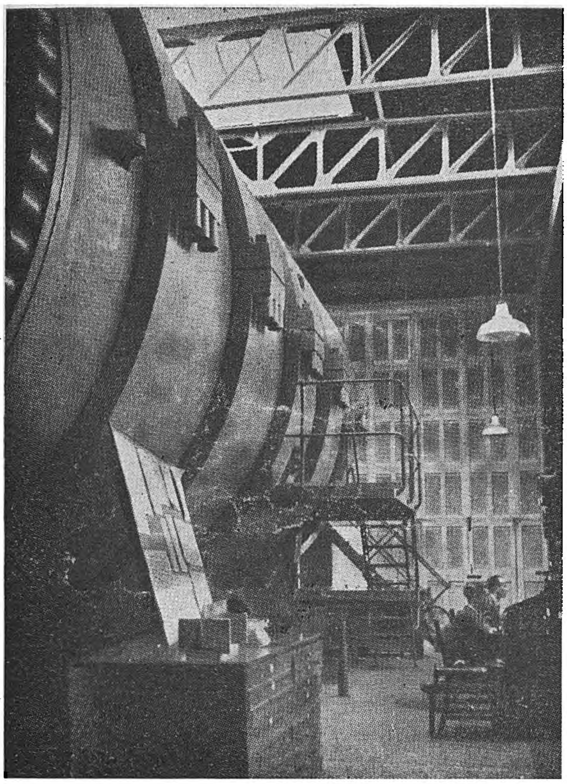
Wreszcie Laboratorium dysponuje nieznaną mi bliżej ilością tuneli na szybkości ponaddźwiękowe (> 1220 *km/godz.*). Najstarszy z nich ma przekrój Ø 305 *mm;* chronologicznie następny, zbudowany w 1939 r. posiada przekrój pomiarowy 500 × 200*mm.* Działają one na zasadzie inżektora, przyczym strugę zasysającą pobiera się z wyżej wspomnianego tunelu na sprężone powietrze.

Tematami studiów w Dziale aerodynamicznym są w szczególności zagadnienia, dotyczące stateczności i sterowności oraz drgań samolotu. Ponadto prowadzi się zasadnicze badania nad zwirowaniem strug warstwą graniczną i nad konstrukcją samych tuneli aerodynamicznych.

Do badania zjawisk zachodzących przy korkociągu laboratorium posiada specjalne urządzenie w postaci wirującego ramienia o średnicy 18 *m*.

Dział elektrotechniczny składa się z sekcji wzorców, pomiarowej i wysokich napięć. Naj-

efektowniejsza oczywiście jest ostatnia z nich i tę tylko zwiedzałem rys. 2. Źródłem napięcia są



Rys. 1. Tunel na sprężone powietrze.

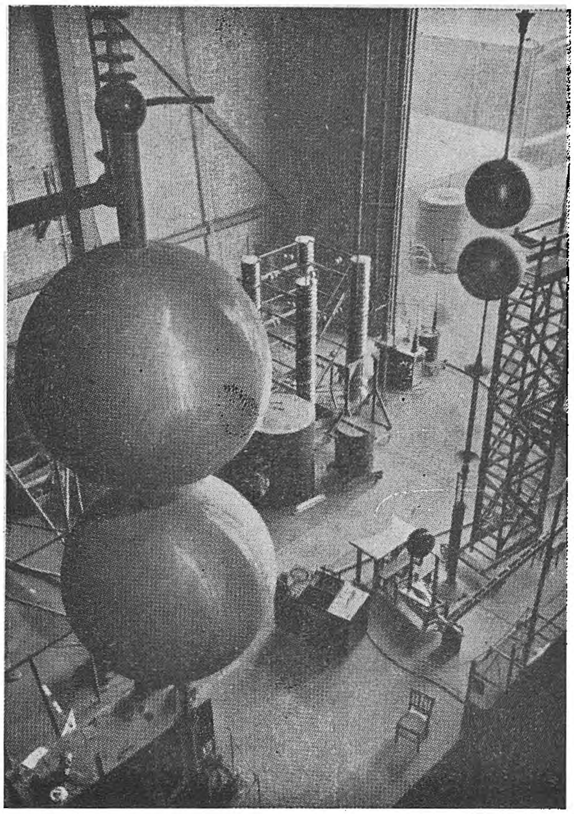
transformatory, dostarczające prądu o napięciu 375, 750 i ponad 1000 *kV*.

Istnieje również możność wytwarzania krótkich impulsów o napięciu 2000 *kV*. Tematem prac w czasie moich odwiedzin było badanie dla przemysłu kabli wysokiego napięcia na przebicie w warunkach laboratoryjnych i pod sztucznym deszczem.

Dział mechaniczny prowadzi prace głównie w zakresie badań wytrzymałościowych, ze szczególnym uwzględnieniem wytrzymałości na pełzanie w wysokiej temperaturze, wytrzymałości na zmęczenie, wytrzymałości postaciowej i tp. O intensywności prac niechaj świadczy, że naliczyłem 30 maszyn 2-tonowych i 15 maszyn 5-tonowych do badania pełzania próbek metalowych w temperaturze do 800^0 C. Stałość temperatury próbek ogrzewanych elektrycznie wynosi $\pm 1^0$ C. Próbki obciążone ciężarem przez dźwignię. Ogromna większość badanych próbek odnosi się do materiałów używanych w turbinach silników odrzutowych. Należy zaznaczyć że bez wyjątku wszystkie ognioodporne stopy wyprodukowane w Wielkiej Brytanii w czasie wojny jak również wszystkie normy z tego zakresu były opiniowane przez Laboratorium.

Próby trwają po kilka miesięcy, niektóre jednak próbki obciąża się bez przerwy przez kilka lat, notując stale wydłużenie. Do pomiaru wydłużenia stosuje się aparaturę lusterkową, bądź katetometry. Normalny wymiar próbki wynosi 5".

Laboratorium czuwa również nad porównywalnością wyników wszystkich badań wytrzymałoś-



Rys. 2. Sekcja wysokich napięć.

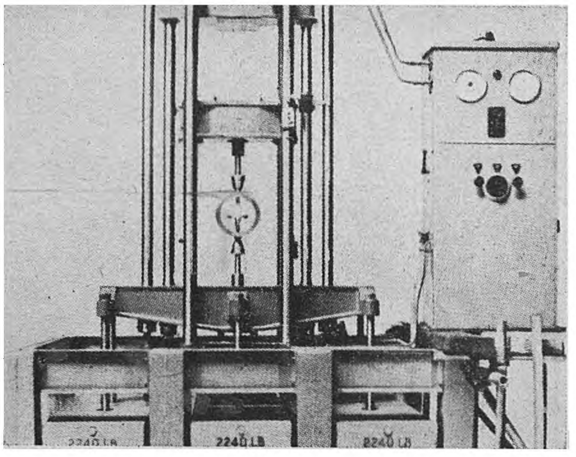
ciowych, nie tylko w W. Brytanii, ale w całym Imperium Bryt. Do tego celu używa się maszyny do cechowania pierścieni, które służą następnie do wzorcowania maszyn w innych laboratoriach i w przemyśle. W maszynie — matce obciążenie jest bezpośrednie ciężarem bez jakiejkolwiek przekładni. Maksymalny ciężar 50 *t*. Wzorce pierścieniowe posiadają wewnątrz urządzenie mikrometryczne, przy pomocy którego można ustalić odkształcenie pierścienia z dokładnością do 0,25 mikrona. Na tę wysoką dokładność składają się: duża średnica tarczy mikrometrycznej 50 — 100 *mm* i pomysłowe wykonanie kowadełka mikrometru w postaci płaskiej sprężyny. Po potrąceniu sprężyny dokręca się śrubę mikrometryczną tak długo aż zetknięcie końcówki śruby z końcem sprężyny nie stłumi jej drgania. Chwile zetknięcia można w ten sposób uchwycić niezmiernie ostro.

W dziale mechanicznym prowadzi się badania nad smarowaniem i nad wytrzymałością łożysk tocznych o wymiarach do 6" (150 *mm*) i przy szybkości do 15000 *obr/min*.

W oddzielnym pomieszczeniu prowadzi się obecnie na zlecenie *BSI* (Brytyjska Instytucja Normalizacyjna) badania nad zmęczeniem gwintu.

Celem prac jest znalezienie profilu gwintowego odporniejszego na zmęczenie od profilów Whitwortha i metrycznego, w których wybór kątów i zaokrągleń był oparty nie tyle na doświadczeniu ile na umowie. Dział gwintów dysponuje

8 pionowymi pulsatorami i dużym pulsatorem Schencka. Wyniki nie są jeszcze przeznaczone do opublikowania.



Rys. 3. Maszyna—matka do cechowania pierścieni wzorcowych.

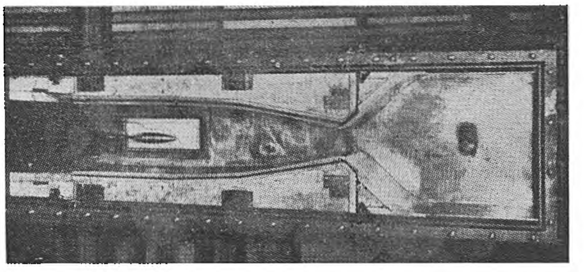
Do badania rzeczywistych naprężeń powierzchniowych, występujących pod obciążeniem w skomplikowanych przedmiotach , stosują w Teddington maleńkie ekstensometry z cienkich pasków folii (materiał Nichrom) oklejonych warstewką błony plastycznej. Ekstensometry tego typu nakleja się na badany przedmiot, poddaje się go obciążeniu i bada zmianę oporu elektrycznego pasków nichromowych, oczywiście zależną od odkształcenia powierzchni przedmiotu w punkcie przyklejenia. Można rejestrować odkształcenie jednocześnie w 72 punktach.

Dział mechaniczny stanowi najstarszą somodzielną część Laboratorium w Teddington. Z typowym dla stosunków angielskich konserwatyzmem zachował sekcje, które obecnie luźno się łączą z jego głównym zakresem badawczym. I tak na przykład kontynuuje pionierskie badania z dziedziny dynamiki cieczy i gazów. Przed laty 40 zbudowano tu pierwszy w W. Brytanii tunel aerodynamiczny, a w 1942 r. tunel na szybkość do $2^1/_2$-krotnej szybkości dźwięku. Przekrój tego tunelu wynosi 280 × 280 *mm*. Napęd wentylatorowy o mocy 2000 *KM*. Pokazano mi z dumą model *V1* dmuchany w tym tunelu przed rzuceniem pierwszej latającej bomby na Londyn. Istotnie piękny przykład współpracy wywiadu i nauki! Interesujące są ogromne modele dna morskiego i ujścia rzek w punktach ważnych dla Imperium Brytyjskiego. Modele te służą do badania erozji wodnej i osadzania pod działaniem przypływu i odpływu morza. Oczywiście redukcja wymiarów w pewnej skali wiąże się z redukcją rytmu przypływu i odpływu w odpowiedniej skali. I tak naprzykład w modelu okolic ujścia Tygrysu i Eufratu o powierzchni około 30m^2 rytm przypływów wynosi 15 *sek*. Cała ta metoda nie jest nowa, ale stosowanie jej od 10 lat zdaje się świadczyć o jej użyteczności.

O działach światła, matematycznym, metalurgicznym i radiotechnicznym mam dość skąpe informacje. Mogę wspomnieć tylko, że dział matematyczny zajmuje się opracowywaniem maszyn statystycznych i rachunkowych oraz zastosowaniem metod statystycznych w przemyśle, socjologii i biologii.

Dział metalurgiczny zajmuje się, wg oficjalnego oświadczenia, między innymi „produkcją metali, w tym niektórych mniej powszechnie znanych, w stanie wysokiej czystości". Dział ten dysponuje bogatym wyposażeniem walcowni, piecami elektrycznymi, mikroskopem elektronowym rys. 5 i t. d.

Dział metrologii wykonuje, kontroluje, porównuje i przechowuje podstawowe wzorce długości, masy i czasu, oraz ich pochodne.



Rys. 4 Tunel aerodynamiczny na szybkości ponaddźwiękowe.

Do mierzenia wzorców długości pierwszej kategorii używa się tutaj komparatorów interferencyjnych wg schematu Michelsona (dokładność 0,01*mikrona* na 1 *metr*), wzorce drugiej kategorii porównuje się na komparatorach mechanicznych.

Wzorce masy sprawdza się na wagach specjalnej konstrukcji z odczytem i obsługą na odległość, osiągając dokładność 0,001 *miligrama* na 1 *kg*.

Wzorcem czasu są zegary kwarcowe, codziennie porównywane z Obserwatorium Astronomicznym.*)

W zakresie wzorców przemysłowych dział metrologii zajmuje się kontrolą maszyn mierniczych, oraz sprawdzaniem aparatów podziałowych. Do tego ostatniego celu służy foremny graniastosłup stalowy 16-stościenny, którego lustrzane ściany są wykonane z dokładnością kątową 0,5 *sek*; graniastosłup zamocowuje się w badanym aparacie podziałowym i rzuca kolejno na każdą ścianę równoległą wiązkę światła, kontrolując odchylenie promienia odbitego od padającego.

Dalej dział posiada pełne wyposażenie do kontroli wielkich kół zębatych przekładni okrętowych, sprawdzania śrub pociągowych, wykończenia powierzchni itp.

*) Zegarów kwarcowych w Teddington nie widziałem, natomiast miałem sposobność zapoznać się powierzchownie z nimi w *Muzeum Nauki w Kensigton*. Elementem synchronicznym jest nie wahadło takiej czy innej konstrukcji, lecz płytka kwarcowa, wykonana z tolerancją równoległości obu powierzchni rzędu 0,1 *mikrona*. Płytka ta jest pobudzana do drgania przez szybkozmienny prąd elektryczny, którego częstotliwość (rzędu 100.000 na *sek.*) jest w rezonansie z drganiami własnymi płytki. Porównanie dwóch zegarów kwarcowych przeprowadza się na drodze elektrycznej przez obserwację figur świetlnych na ekranie katodowego oscylografu. Dokładność „chodu" zegarów kwarcowych wynosi 0,00001*sek*. dziennie.

Dział posiada również monopol na cechowanie liczników taksówek londyńskich.

Dział fizyczny. Sekcja radiologiczna zajmuje się obecnie wzorcami komór jonizacyjnych do badania intensywności promieniowania w związku z radiolecznictwem i przemysłowymi zastosowaniami promieni Roentgena i preparatów radowych. Opracowano kilka typów znormalizowanych aparatów pomiarowych o bardzo silnej konstrukcji, nadających się do użycia przez pracowników niewykwalifikowanych. Opracowano również metody mierzenia intensywności słabego promieniowania w zakładach przemysłu atomowego i pokrewnych. Wspomniane metody i aparaty zostały przyjęte przez BSI za normy.



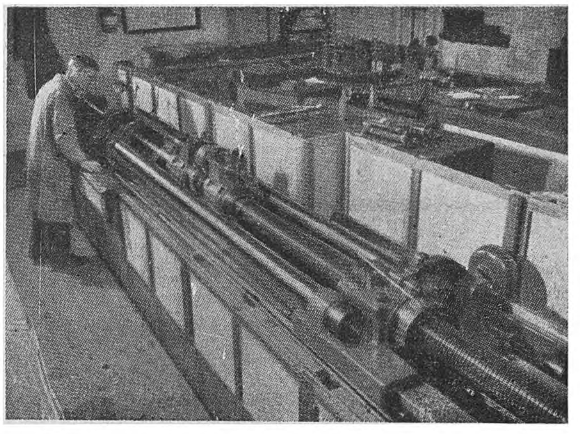
Rys. 5. **Mikroskop elektronowy.**

Do programu sekcji akustycznej należą zagadnienia akustyki budowlanej i wzorcowanie aparatów akustycznych. Badania budowlane idą w kierunku znalezienia materiałów izolacji dźwiękowej tłumiących dźwięki wytwarzane w hałaśliwym pomieszczeniu lub przenikające z zewnątrz.

Pierwsze bada się w pokoju „e c h o w y m" o pięciu nieregularnych ścianach i skośnym suficie. Ściany i sufit są wykonane z materiałów tak słabo pochłaniających dźwięk, że echo zwykłego okrzyku trwa do 11 *sek.* Materiał badany o powierzchni 10 stóp kwadratowych umieszcza się w określonym miejscu pokoju echowego i mierzy czas zaniku echa.

Zupełnym przeciwstawieniem jest tzw. „m a r t w y p o k ó j", o ścianach grubości 2,4 *m* wyłożony na 0,6 *m* watą. W pokoju tym głos zamiera natychmiast bez echa. co powoduje u wielu osób niezmiernie oryginalne efekty subiektywne np. uczucie zimna. Pokoju używa się do kalibrowania aparatów pomiarowych.

Absolutnym miernikiem ciśnienia fali dźwiękowej są krążki *Rayleigh'a* (blaszki okrągłe Ø 10 lub Ø 5 *mm* zawieszone na nitce i ustawiające się w różnych położeniach zależnie od intensywności dźwięku). Wg tych krążków kalibruje się mikrofony pomiarowe służące do porównania intensywności dźwięku badanego z dźwiękiem wzorcowym. Ponieważ wrażliwość ucha ludzkiego zależy bardzo od wysokości dźwięku, mikrofony muszą mieć charakterystykę podobną do charakterystyki ucha. W tym celu w *Teddington* do pudełek mikrofonów pomiarowych przyczepia się po dwie spirale z mosiężnych rurek, których pojemność akustyczna w stosunku do membrany mikrofonu działa podobnie, jak pojemności kanałów wewnętrznych ucha w stosunku do bębenka. Właściwą charakterystykę uzyskuje się przez dobór długości rurek.



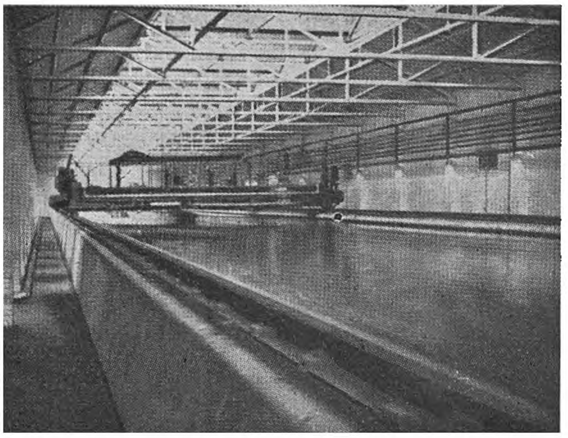
Rys. 6. Cechowanie śruby pociągowej.

Sekcja cieplna działu fizycznego przeprowadziła ostatnio serię ważnych badań nad izolacyjnymi materiałami budowlanymi. Szczególnie interesujące są materiały z porowatych plastyków o niższym przewodnictwie i niższym ciężarze objętościowym od zwykłych materiałów budowlanych. Do programu prac sekcji należą ponadto studia nad przewodnictwem, ciepłem właściwym i innymi cechami cieplnymi metali, materiałów ognioodpornych, olejów itp.

Wybitnie przemysłowy charakter miały wykonane w czasie wojny prace tej sekcji nad przeróbką lnu.

Dział okrętowy. Bogato wyposażony ten dział posiada dwa zbiorniki wodne. Pierwszy ma 168 *m* długości, 9 *m* szerokości, 3,8 *m* głębokości .Wymiary drugiego wynoszą odpowiednio 207 × 6 × 2,7 *m* (z częścią płytką 0,6 *m*)

Ponad każdym ze zbiorników może się przesuwać po szynach wózek suwnicowy napędzany przez cztery motory elektryczne o 25 stopniach szybkości. Do spodu wózka przyczepia się modele kadłubów okrętowych, często wyposażone w śruby napędowe poruszane motorkiem elektrycznym. Aparatura pomiarowa samopisząca umieszczona częściowo na wózku suwnicy, częściowo wewnątrz modelu służy do pomiaru oporów ruchu, momentu obrotowego śrub, siły osiowej w wałach śrub itp. Urządzenie do wytwarzania sztucznych fal pozwala na studiowanie na modelu licznych zagadnień żeglugi praktycznej.



Rys. 7. Zbiornik do badania modeli okrętowych.

Personel naukowy tego działu często odbywa podróże morskie i kontroluje wyniki badań laboratoryjnych z danymi uzyskanymi z pomiarów bezpośrednich w morzu, szczególnie w czasie burzliwej pogody.

Wykonanie modelu kadłuba zaczyna się od sporządzenia z gliny negatywu wg szablonów nadmiarowych, poczym do środka wkłada się szkielet obciągnięty płótnem (rdzeń) i wolną przestrzeń między nimi — o grubości około 40 *mm* — wypełnia się woskiem. Tak otrzymany surowy model idzie na dwugłowicową frezarkę bramową, zaopatrzoną w elektryczne urządzenie do kopiowania wg rysunku warstwicowego.

Przez dział okrętowy przeszły wszystkie projekty brytyjskich okrętów i hydroplanów budowanych od 1911 roku, a jak się zdaje, trudno byłoby znaleźć dziedzinę produkcyjną gospodarki brytyjskiej któraby w tym czy innym okresie nie zazębiła się z badaniami prowadzonymi w *Teddington*.

Pragnąłbym podkreślić dużą elastyczność Laboratorium, które w służbie postępu technicznego prowadzi tak różnorodne prace sięgające od pionierskich badań do zagadnień czysto utylitarnych.

Zgodnie z zapowiedzią zawartą w Nr 1/47 otwieramy w czasopiśmie „Przegląd Mechaniczny": a) DZIAŁ SPAWALNICZY pod redakcją inż.-mech. ZYGMUNTA DOBROWOLSKIEGO, redaktora czasopisma „Spawanie i Cięcie Metali" i „Spawacz", wydawanych w okresie przedwojennym przez Stowarzyszenie Rozwoju Spawania i Cięcia Metali w Polsce, b) DZIAŁ ODLEWNICZY pod redakcją Prof. inż. KAZIMIERZA GIERDZIEJEWSKIEGO, redaktora przedwojennego „Przegląd Odlewniczy", organu Odlewników Polskich.

Mamy nadzieję, że rozszerzony w ten sposób zakres działalności „Przeglądu Mechanicznego", powitają koledzy inżynierowie-mechanicy i technicy-mechanicy niewątpliwie z radością.

Redakcja
„Przeglądu Mechanicznego"

DZIAŁ SPAWALNICZY

Słowo wstępne.

Siedem lat minęło z górą, gdy ostatnie zeszyty przedwojenne „Spawania i Cięcia Metali" oraz „Spawacza" opuściły prasę. Wskrzeszenie prasy spawalniczej — wobec stale wzrastającego zakresu stosowalności spawania i cięcia metali, stało się sprawą nie cierpiącą zwłoki. Przed wojną pisma spawalnicze były wydawane przez Stowarzyszenie Rozwoju Spawania i Cięcia Metali w Polsce, założone i subsydiowane głównie przez przemysł tlenowo-acetylenowy i karbidowy. Do Stowarzyszenia tego przystąpiły również z biegiem czasu instytucje zainteresowane w rozwoju spawania łukowego. W dzisiejszym stanie rzeczy, gdy organizacja przemysłowa, któraby reprezentowała całokształt zainteresowań spawalnictwa, nie istnieje, wydaje się słusznym wyzyskać przede wszystkim istniejącą już prasę techniczną dla szerzenia wiedzy spawalniczej.

Ponieważ spośród wszystkich przemysłów, zainteresowanych spawalnictwem, wybija się na czoło przemysł metalowy, postanowiono otworzyć dział spawalniczy przy czasopismach: „Przegląd Mechaniczny" oraz „Mechanik".

Na łamach „Przeglądu Mechanicznego" będą omawiane: zagadnienia, dotyczące różnych rodzajów spawania, zgrzewania i lutowania, pochodne od spawania, rozliczne metody technologiczne, jak również będą szeroko uwzględnione prace techniczno-badawcze oraz przegląd prasy spawalniczej — zagranicznej.

Z powodu zniszczenia przedwojennych księgozbiorów, wiele zagadnień trzeba będzie traktować od podstaw; nie wiadomo bowiem, w jakim stopniu zasady różnych metod spawania i procesów pokrewnych są przyswojone przez pokolenie, wyrosłe w czasie okupacji.

Głównym tematem prac w Dziale Spawalnictwa będą, oczywiście spawania łukowe, acetylenowe i cięcie tlenem. Będziemy się starali notować najważniejsze osiągnięcia nasze na tym polu; w tym względzie zależni jednak będziemy od naszych techników-spawalników, którzy w interesie ogółu powinni się dzielić z nami wynikami swych prac i spostrzeżeń.

Mamy nadzieję, że czytelnicy „Przeglądu Mechanicznego" nietylko ci, którzy bezpośrednio są zainteresowani spawalnictwem, ale i ogół inżynierów i techników-mechaników innych specjalności odniosą również korzyści z tego działu. Rozliczne bowiem metody spawania i cięcie ga-

zowe są ściśle związane z obróbką metali i nigdy dotychczas nie miały tak wielkiego pola zastosowania, jak przy obecnej odbudowie Kraju. Podwojone w stosunku do przed wojennego spożycie tlenu i acetylenu wskazują najlepiej, jak wielkie znaczenie zyskuje „obróbka gazowa"; tak samo szybko wzrastające spożycie elektrod jest dowodem rozwoju spawania łukowego, a przecież jesteśmy dopiero w początkach realizacji planu 3-letniego, który ma nam przynieść uwielokrotnienie dzisiejszej produkcji.

Przed wojną, w szeregu zastosowań spawania, jak w konstrukcjach budowlanych, torów kolejowych i t. p., zajmowaliśmy przodujące stanowisko w Europie. Dziś w ustroju demokratycznym, gdy sztuczne hamulce na drodze rozwoje techniki rodzimej zostały obalone, mamy większą szansę, niż kiedykolwiek, aby dogonić w spawaniu kraje bardziej od naszego uprzemysłowione. Przykład Związku Radzieckiego powinien być dla nas bardzo pouczający: dzięki usilnej planowej wieloletniej pracy, Związek w dobie obecnej wysunął się, obok Stanów Zjednoczonych na stanowisko czołowe, pozostawiając znacznie w tyle wszystkie inne państwa.

Mamy nadzieję że nasi specjaliści z dziedziny spawalnictwa wezmą udział w pracach nad podniesieniem poziomu polskiego spawalnictwa.

Inż. Zygmunt Dobrowolski

Zagadnienie wytwarzania elektrod krajowych

Prof. inż. FRYDERYK STAUB.

Dodatnie wyniki prac Komisji pozwoliły na: uruchomienie produkcji krajowej elektrod w oparciu o surowce rodzime. — W ten sposób uniknięto zakupienia licencji zagranicznej. — Wyprodukowano dwa gatunki elektrod zanurzanych EP 43-20 i EP 47-28 oraz trzy gatunki prasowanych EP 48-28 P, EP 50-30 P, i EP 52-28 P.

Przed wybuchem drugiej wojny światowej wytwórczość krajowa elektrod do spawania znajdowała się na najlepszej drodze do usamodzielnienia się od zagranicy. Nasza największa wytwórnia krajowa huta Baildon pracowała wprawdzie na licencji *„Agil"* i masach dla wyrobu otulin sprowadzanych z zagranicy, lecz tuż przed wojną otrzymała gotowe przepisy, do których wypróbowania już jednak nie doszło. W tym czasie wytwarzano także elektrody krajowe w oparciu o doświadczenia i próby własne, prowadzone przez inżynierów W. Czyrskiego i J. Pilarczyka. Z innych producentów krajowe elektrody wytwarzały Zakłady Ostrowieckie (elektrody *„Jotem")*, oraz Franc. Tow. Akc. *„Perun"*, które produkowało elektrody w oparciu o licencję pochodzenia francuskiego.

Od elektrody do spawania wymaga się, aby dawała spoinę o żądanych własnościach wytrzymałościowych, oraz aby posiadała dobre własności spawalnicze. Z uwagi na własności spawalnicze elektroda powinna:

1. dawać spoinę, która łatwo układa się także w pozycji pionowej i sufitowej,

2. równomiernie się topić i łatwo płynąć, co ułatwia pracę spawania i zabezpiecza przed powstawaniem błędów w spoinie,

3. mało pryskać, dzięki czemu wydajność elektrody i pracy spawacza jest większą,

4. dobrze się wtapiać, co daje gwarancję dobrego połączenia,

5. zużywać jak najmniej energii elektrycznej,

6. szybko się topić,

7. dawać żużel łatwo usuwalny ze spoiny po ostygnięciu,

8. nie wydzielać w czasie spawania nadmiernej ilości gazów, szczególnie niebezpiecznych dla zdrowia.

Zapewnienie tych własności otrzymuje się w elektrodzie do spawania stali zarówno przez drut stalowy jak i otulinę, składającą się najczęściej z dużej ilości składników, dochodzących do kilkunastu, a będących tlenkami metali i niemetali, solami, minerałami i t. p.

Nałożenie otuliny na drut odbywać się może w dwojaki sposób: przez zanurzanie, stosowane już dziś rzadziej i przez prasowanie w specjalnych dla tego celu maszynach, wytwarzających elektrody w ilościach ponad 10 000 szt. na godzinę. Wyrób elektrod jako dosyć skomplikowany stosowaniem wielu składników na otulinę był domeną tajemnic fabrycznych, ale także obecne przepisy fabrykacyjne są utrzymywane w tajemnicy przez firmy zagraniczne i udostępniane tylko za dosyć solidną zapłatą, w formie opłat licencyjnych.

Ponadto każdy spawacz czy też kierownik spawalni posiada swoje mniej lub więcej usprawiedliwione upodobania do pewnej elektrody, jako tej najlepszej, a przekonanie go, że inna elektroda jest również dobrą, wymaga odpowiednich argumentów. W dzisiejszych warunkach tymi argumentami są odpowiednie metody badawcze, określające własności mechaniczne i plastyczne spoiny oraz jej badania strukturalne makro- i mikroskopowe. Duże zainteresowanie mają tu również metody badania „bez zniszczenia materiału", magnetyczne i rentgenograficzne, stosowane do bieżącej kontroli wytwarzania, oraz kontroli zarówno jakości elektrody stosowanej jak i umiejętności spawacza.

Zakończenie wojny na naszych ziemiach także i w tej dziedzinie wykazywało chaos. Urządzenia do wytwarzania elektrod były w większości zniszczone. Duże ilości gotowych mas lub też poszczególnych składników znajdowały się wprawdzie w niektórych magazynach, ale nie zawsze należycie oznaczone, a zatym nie zapewniające odpowiedniej jakości. Posiadaliśmy dalej duże

ilości już gotowych elektrod, ale i tu brak porządku w oznaczeniu powodował zamieszanie. Dalszą bolączką było, że zarówno zapasy surowców jak i gotowe elektrody nie były magazynowane w sposób odpowiedni i ulegały zapsuciu, zwłaszcza przez zawilgocenie. Niemniej jednak zapasy poniemieckie pozwoliły nam przetrwać mniej więcej aż do połowy roku 1946, kiedy to coraz bardziej wzrastająca produkcja krajowa oraz przygotowania do trzyletniego planu gospodarczego, zmusiły nas także i w tej dziedzinie do podjęcia wysiłku zorganizowanego.

W zrozumieniu tego stanu rzeczy oraz ważności zagadnienia, w kwietniu 1946 r. została utworzona: *„Stała Komisja Badań nad Produkcją Elektrod i Otulin"*)*

Zadaniem Komisji było zorganizowanie badań nad masą otulin i produkcją elektrod do spawania, z dążeniem do uniezależnienia się od zagranicy. Jako miejsce prac laboratoryjnych i następnie produkcji masowej przewidziano Hutę Baildon. Wydatki badań pokrywał C.Z.P.H.

Komisja postawiła sobie za cel opracowanie w jak najkrótszym czasie przepisów wytwarzania elektrod krajowych, przy użyciu możliwie dużej ilości surowców krajowych, a w okresie przejściowym — przy wykorzystaniu zapasów poniemieckich, ściąganych do Huty Baildon z innych, pozbawionych urządzeń wytwórni (Gliwice, Kraków, Żarów, Bielawa). W głównej mierze chodziło o zaspokojenie potrzeb rynku krajowego paroma gatunkami elektrod, potrzebnymi w dużej ilości do najczęściej stosowanych rodzajów robót, a zwłaszcza przy budowie konstrukcji, mostów i wagonów.

W tym okresie posiadaliśmy w kraju właściwie tylko jedną poważną wytwórnię elektrod Hutę Baildon, wytwarzającą około 80 ton elektrod miesięcznie ze znajdujących się w magazynie gotowych mas. Druga wytwórnia elektrod w Hucie Ostrowieckiej, posiadała wydajność do około 10 ton miesięcznie i pracować mogła tylko wytwarzając elektrody zanurzane. Natomiast Huta Baildon oprócz urządzeń do wyrobu elektrod zanurzanych posiada dwie prasy dla elektrod prasowanych, każda o wydajności około 5 000 sztuk na godzinę.

W oparciu o istniejący przy hucie *„Zakład Badawczo-Doświadczalny"*, posiadający personel wysoce wykwalifikowany, nadawała się Huta Baildon idealnie do przeprowadzenia zadań poruczonych Komisji. Uwzględnić tu również trzeba było rosnące zapotrzebowanie kraju na elektrody, wynoszące do końca roku 1946 dla Huty Baildon do około 130 ton, a oceniane w roku 1947 na 250 ton, a w 1948 r. nawet do 400 ton miesięcznie.

Tak duże zapotrzebowanie można było pokryć także w inny sposób, a mianowicie przez zakup licencji zagranicznej oferowanej nam przez firmę *„Essab"* w Szwecji, a także *„Oerlikon"* w Szwajcarii i *„Arc Manufacturing"* w Anglii dla którejkolwiek z krajowych hut. Możliwości takiej Komisja stale przeciwstawiała się, wychodząc z założenia, że mimo gorszych warunków i możliwości polski inżynier i polski robotnik potrafią to samo zrobić co zagraniczni, a dewizy potrzebne na opłacenie licencji zagranicznej przydać się mogą na inne cele.

Celem wykorzystania krajowych surowców mineralogicznych zaproszono do współpracy prof. dr Mariana Kamieńskiego,

Najbardziej czynny udział w pracach Komisji przypadł inż. Czyrskiemu, któremu też w wielkiej mierze przypisać należy uzyskane sukcesy. Pierwsza krajowa elektroda *EP* 47-28, zanurzana, do spawania konstrukcji stalowych, została wzięta do masowej produkcji w lipcu 1946 r. Następna elektroda *EP* 48-28 P, prasowana, do spawania konstrukcji stalowych przy zawartościach do 0,2% *C*, weszła do masowej produkcji w sierpniu tegoż roku. Trzecia elektroda *EP* 50-30 *P*, do spawania stali do 0-35% *C*, a także kotłów i urządzeń pracujących w podwyższonych temperaturach, wzięta została do produkcji we wrześniu tegoż roku, natomiast *EP* 43-20 w październiku, z zastosowaniem do spawania cienkich blach. W listopadzie 1946 wypuszczono elektrodę *EP* 52-28 *P*, nadającą się do spawania wagonów.

Powyżej wymienione gatunki elektrod stanowią asortyment wystarczający na wykonanie w 90 %-ach różnego rodzaju prac spawalniczych i w miesiącu listopadzie stanowiły 80%, a w grudniu 90% całkowitej produkcji elektrod wytworzonych przez Hutę Baildon. Na przyszły rok swej działalności Komisja postawiła sobie za cel dalsze zaopatrzenie rynku elektrodami krajowymi do spawania stali węglowych i stopowych oraz stopów innych, jak np. żeliwa, a także zwiększenie ilości surowców rodzimych kosztem obniżenia zagranicznych.

Jeżeli chodzi o trudności na jakie napotyka wytwórczość krajowych elektrod, to są one dwojakie, ilościowe i jakościowe. Sprawa ilości znajduje się na dobrej drodze do rozwiązania przez zakup nowoczesnej maszyny do wyrobu elektrod prasowanych z firmy szwajcarskiej *„Oerlikon"*, o wydajności około 10 000 szt. na godzinę. W ten sposób zagadnienie wytwarzania około 300 ton elektrod miesięcznie zostałoby rozwiązane. Jako dalsza korzyść tej tranzakcji byłoby zakupienie niektórych urządzeń pomocniczych, usprawniających produkcję.

Zagadnienie jakościowe w obecnych warunkach gospodarczych kształtuje się nieco gorzej. Do wyrobu elektrod prócz surowców krajowych oraz takich, które traktujemy jako krajowe, ze względu na to, że są sprowadzane w dużych ilościach z zagranicy dla przemysłu ciężkiego, potrzebne są też i mniejsze ilości zagranicznych, jak np. ruda tytanowa, manganowa, talk i t. p.

Otrzymanie tych surowców jest z różnych względów dosyć uciążliwe, a terminy dostawy przeciągają się do okresów ponad półrocznych. Trudności te spowodowały zatrzymanie produkcji niektórych gatunków elektrod, ale po uregulowaniu ich na przyszłość nie powinny stanowić przeszkód.

*) Komisja została powołana do życia przez inż. J. Borejdo nacz. dyr. C.Z.P.H., pod przewodnictwem autora prof. inż. F. Sztauba i przy udziale inż. J. Pilarczyka — zast. dyr. Państw. Inst. Spawalniczego, inż. M. Radwana — dyr. Wydz. Przetwórczego C.Z.P.H., inż. W. Czyrskiego z Huty Baildon i ob. W. Janickiego z Huty Ostrowiec. Dokooptowano następnie inż. T. Malkiewicza z C.Z.P.H.

Pękanie spoin przy spawaniu stali węglowych łukiem elektrycznym

Inż. WALENTY CZYRSKI.

Pękanie spoin zależy od całego szeregu czynników, z których najważniejszy jest dobór właściwych elektrod do gatunku spawania stali, jak również sam gatunek stali i elektrod. — Stale węglowe o zawartości poniżej 0,25%C należą do grupy stali łatwo spawalnych; natomiast zwiększenie ponad 0,25%C pogarsza spawalność stali. — Elektrody o otulinie kwaśnej mogą być stosowane bez zastrzeżeń do spawania stali węglowych o zawartości poniżej 0,20%C. — Do spawania stali o zawartości ponad 0,25%C należy wyłącznie stosować elektrody o otulinie dającej neutralny lub zasadowy żużel.

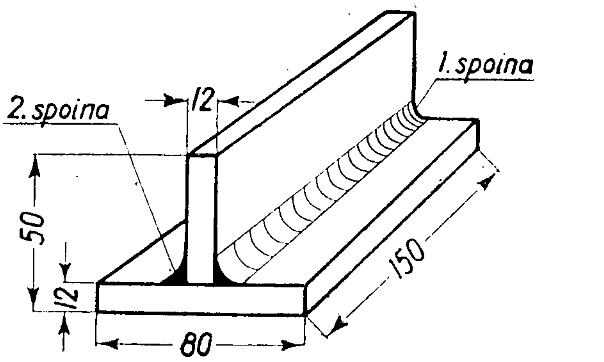
Szeroki zakres stosowania spawania łukowego w odradzającym się polskim przemyśle doby powojennej, a w szczególności stosowanie tego rodzaju łączenia do najbardziej odpowiedzialnych konstrukcji, stawia wysokie wymagania nie tylko używanym materiałom, lecz również nakłada na cały techniczny personel obowiązek dokładnego zapoznania się z procesem spawania łukowego ze strony teoretycznej i praktycznej, jak również poznania powodów pewnych zjawisk, występujących w czasie lub po ukończeniu spawania.

Jednym z takich nieprzyjemnych zjawisk jest pękanie spoin w czasie spawania, przyczem powstające pęknięcia, przeważnie podłużne, a rzadziej poprzeczne, mogą w pewnych wypadkach rozszerzyć się na materiał rodzimy i doprowadzić do zniszczenia całej części konstrukcji.

Według *Buchholtza i Bettzieche'go* pęknięcia powstają przy ostyganiu spoin w temperaturach poniżej 500°. Własne doświadczenia pozwalają przypuszczać, że większość pęknięć powstaje przy ostyganiu spoiny w temperaturach powyżej 350°, gdyż we wszystkich zaobserwowanych wypadkach powierzchnia rys posiadała silne barwy nalotowe. Również ze względu na to, że pęknięcia powstają przede wszystkim przy stosowaniu elektrod o kwaśnej otulinie, a więc w spoinach o wysokiej zawartości tlenków żelaza i stosunkowo niskiej zawartości manganu, należy przypuszczać, że jednym z głównych powodów pęknięć jest wydzielanie się na granicach ziaren niskotopliwej eutektyki $FeO + FeS$, co stwarza możliwości powstawania pęknięć i w temperaturach ponad 500°.

Pękanie spoin obserwujemy przeważnie przy spoinach pachwinowych, a znacznie rzadziej przy stykowych. Tłumaczy się to większą sztywnością pachwinowego połączenia, gdzie — szczególnie w wypadku spawania dwustronnego — spoina na odwrotnej stronie nie ma możliwości swobodnego kurczenia się i stygnąć musi przez wydłużanie się częściowo skompensować naprężenia skurczowe. Poza tym jest rzeczą znaną, że pęka przeważnie pierwsza warstwa, a natomiast warstwy nałożone na pękniętą dolną spoinę często-kroć po spawaniu nie wykazują pęknięć. Oczywiście taki sposób spawania jes niedopuszczalny, gdyż pozostałe w dolnej warstwie pęknięcie działa jak karb i w krótkim czasie doprowadzają do pęknięcia całej spoiny.

Ze względu na tą wrażliwość spoin pachwinowych na pękanie, najbardziej właściwą, a zarazem i prostą w wykonaniu próbą do sprawdzenia wrażliwości stali i elektrod na pękanie, jest próba pachwinowa, którą wykonuje się w następujący sposób (rys. 1): dwa dobrze dopasowane płaskowniki z badanej stali spawa się początkowo z jednej strony, układając nieco grubszą spoinę, a bezpośrednio potem układa się spoinę z drugiej strony, nieco cieńszą, ustawiając próbę w położeniu korytkowym, to zn. w ten sposób,



Rys. 1. Wykonanie spoin pachwinowych w celu sprawdzenia wrażliwości stali i elektrod na pękanie.

ażeby dłuższa krawędź płytki podstawowej tworzyła z poziomem kąt 45°. O ile w ten sposób ułożone spoiny są wolne od rys, przy czym drobne rysy w kraterze i na początku spoiny o długości nie przekraczającej 5 mm nie są brane pod uwagę, to dany gatunek stali może być spawany użytymi do próby elektrodami.

Powstawanie pęknięć w spoinach w czasie spawania zależy od następujących czynników:

a) gatunku spawanej stali,

b) rodzaju stosowanych elektrod oraz

c) kształtu spoiny i ogólnych warunków spawania.

a) W p ł y w g a t u n k u s t a l i. Stale węglowe o zawartości do 0,25%C są naogół dobrze spawalne i przy użyciu odpowiednich elektrod niema obawy powstawania pęknięć. Dalsze zwiększenie zawartości węgla do ok. 0,35% czyni stal wrażliwą na pękanie spoin, gdyż węgiel, dyfundując do tworzywa spoiny bezpośrednio stykającej się ze spawaną stalą, w warunkach szybkiego stygnięcia powoduje częściowe podhartowanie stopiwa, a w związku z tym gwałtowny spadek ciągliwości. Jednak i te stale są stosunkowo dobrze spawalne przy użyciu odpowiednich gatunków elektrod niestopowych, dających stopiwo o większej odporności na pękanie oraz zachowaniu pewnych ostrożności przy spawaniu, jak stosowanie możliwie niskiego natężenia prądu, układanie grubej pierwszej spoiny, dobieranie odpowiedniej kolejności i kierunku spawania i t. p. Stale o zawartości węgla ponad 0,35% są trudno spawalne, a spoiny układane normalnymi elektrodami zazwyczaj wykazują pęknięcia przez całą długość. Do spawania tej grupy stali należy stosować specjalne elektrody ze stali wę-

glowej o zasadowej otulinie lub elektrody specjalne, dające stopiwo o strukturze austenitycznej.

Zwiększenie zawartości manganu w stali do ok. 0,80% dodatnio wpływa na jej spawalność, zapewniając dobre odtlenienie stali i związanie pewnej ilości siarki w postaci mniej szkodliwego siarczku manganu. Natomiast dalsze zwiększenie ilości manganu w stalach o zawartości ponad 0,25%C powoduje przez dyfuzję znaczne podwyższenie wytrzymałości stopiwa i może doprowadzać do pęknięć.

Krzem w ilości do ok. 0,4% nie wpływa na zwiększenie wrażliwości na pękanie spoin. Stale o zawartości ponad 0,7% Si ze względu na wysoką wrażliwość na pękanie spoin są trudno spawalne. Stale o pośredniej zawartości krzemu wymagają stosowania elektrod o wysokiej odporności stopiwa na pękanie.

Fosfor wywołuje kruchość na zimno i przy zawartości ponad 0,08% powoduje pękanie spawanej stali i spoin. Ze względu na wysoką skłonność fosforu do likwidacji, procent tego ostatniego w stalach spawalnych nie powinien przekraczać 0,06%.

Siarka jest jeszcze większym szkodnikiem w stali, wywołując kruchość na gorąco i powodując przez dyfuzję do stopiwa pękanie spoin, tak że zawartość jej w stali nie powinna przekraczać 0,06%.

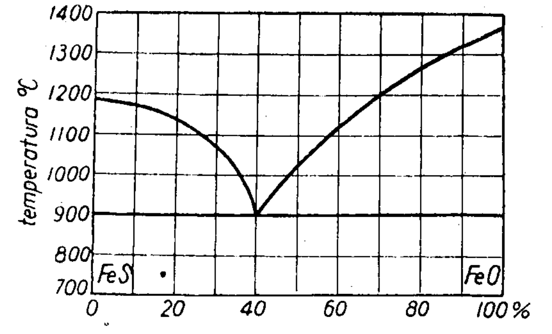
O ile stal posiada bardzo niską zawartość manganu (poniżej 0,35%) to górna granica dopuszczalnej zawartości siarki w stalach spawalnych winna ulec dalszej obniżce.

b) Wpływ elektrod. W spoinach ułożonych gołym drutem, cienko powleczonymi elektrodami lub elektrodami rdzeniowymi (goły drut o specjalnej analizie, posiadający wewnątrz zawalcowane składniki uszlachetniające spoinę) pęknięcia, idące przez całą grubość spoiny, powstają naogół rzadko. Pęknięcia występują zazwyczaj w strefie przejściowej względnie w dolnej części spoiny. Są one mało lub zupełnie niewidoczne i z tego powodu szczególnie niebezpieczne.

Powodem zmniejszonej wrażliwości na pękanie jest inny kształt układanych spoin, ich większa grubość, inny sposób topienia się elektrody w postaci dużych kropel, dający mniejszy stopień zmniejszania się stopiwa z roztopionym spawanym materiałem, a w związku z tym i mniejsze utwardzenie spoiny oraz mniejsze nagrzanie spawanej stali, co z kolei wywołuje mniejsze naprężenie skurczowe. Z tego powodu przy spawaniu stali trudno spawalnych, często wykonuje się pierwszą warstwę cienko powleczoną elektrodą lub elektrodą rdzeniową, a następnie układa się grubo powleczonymi elektrodami. Oczywiście w wypadku takiego rozwiązania należy, przed przystąpieniem do spawania konstrukcji, wykonać cały szereg prób celem upewnienia się, że spoiny ułożone cienko powleczonymi elektrodami nie posiadają wewnętrznych pęknięć. Ten sposób spawania nie może być stosowany do konstrukcji narażonych na obciążenia dynamiczne, ze względu na kruchość warstwy ułożonej cienko powleczoną elektrodą.

Elektrody powlekane o średniej i grubej powłoce dzielą się ze względu na charakter powłoki i wytwarzanego żużla na elektrody o otulinie kwaśnej, zasadowej i neutralnej.

Głównymi składnikami otulin, dających przy spawaniu kwaśny żużel, są krzemionka i tlenki ciężkich metali, a przede wszystkim tlenki żelaza. Powyższy skład kwaśnych otulin zapewnia dużą szybkość spawania, tworzenia lekkiego piankowatego, łatwo usuwalnego żużla i doskonałą łatwopłynność stopiwa, zapewniającą głębokie wtopienie, ładny wygląd zewnętrzny spoin oraz dobrą spawalność na prądzie zmiennym. Również i własności wytrzymałościowe stopiwa są zazwyczaj bardzo dobre, wykazując wysokie wydłużenie i udarność.



Rys. 2. Wykres układu *FeS* — *FeO*.

Natomiast bieg procesów metalurgicznych w stopiwie i w czasie przejścia roztopionego metalu drutu do krateru spoiny jest znacznie mniej korzystny. Znajdujące się w otulinie w nadmiarze tlenki żelaza powodują nieraz bardzo daleko posunięte świeżenie stopiwa, tak że, pomimo znacznego dodatku wysokogatunkowego żelazomanganu do otuliny, stopiwo rzadko wykazuje zawartość manganu ponad 0,55%. Poza tym część tlenu pozostaje w stopiwie w postaci tlenków żelaza, wywołując kruchość na gorąco.

Powodem kruchości na gorąco jest tworzenie się niskotopliwej eutektyki $FeO + FeS$ o zawartości ok. 40% *FeS* (rys. 2), wydzielającej się w czasie stygnięcia stopiwa na granicy ziaren i powodującej pękanie spoin w wypadku spawania usztywnionej konstrukcji. Zapobiec tworzeniu się eutektyki można przez zwiększenie zawartości manganu w stopiwie, celem związania pewnej części tlenu i siarki z manganem w połączenia mniej szkodliwe od tlenków i siarczków żelaza. Droga ta jednak przy otulinach silnie kwaśnych prowadzi do pokaźnego zwiększania zawartości manganu w drucie i otulinie, przechodzącego następnie w wiekszej części do żużla, i w praktyce nie daje zadowalających wyników.

Ze względu na wrażliwość spoin wykonanych elektrodami o otulinie kwaśnej na pękanie, należy elektrody te, w wypadku spawania stali węglowej o zawartości ponad 0,2% *C*, każdorazowo wypróbować na dwustronnych próbach pachwinowych, stosując nieco wyższe natężenie prądu. Wypadki powstawania pęknięć spoin na stalach węglowych normalnych o zawartości węgla poniżej 0,2% są naogół rzadkie.

Znacznie większą odporność na pękanie wykazuje stopiwo elektrod o otulinie słabo kwaśnej względnie neutralnej, wytwarzających przy spawaniu nieduże ilości nieco cięższego żuzla, zwykle o ciemno brunatnym zabarwieniu powierzchni (*Esab KO 47 P, Phönix-Union SH-Gelb, Baildon EP* 52-28 *P*). Otuliny w tym wypadku obok SiO_2 posiadają znaczną ilość silnych zasad w postaci $CaCO_3$ *i* $MgCO_3$, a zamiast tlenków żelaza zawierają tlenki manganu lub tytanu. W ten sposób, zmniejszając koncentrację tlenków żelaza w otulinie, a zatem i w stopiwie, obniżamy stopień wypalania się manganu z drutu i otuliny i stwarzamy sprzyjające warunki dla związania części tlenu i siarki z manganem, zapobiegając w ten sposób wydzielaniu się szkodliwej eutektyki.

Do spawania stali trudnospawalnych o zawartości węgla ponad 0,35%, stosuje się ostatnio z dużym powodzeniem elektrody niestopowe, o otulinie dającej silnie zasadowy żużel (*Esab OK 48 P, Baildon* „czarno-żółte", *Böhler EV* 65, *Agil* „schwarz-rot"). Charakterystyczną cechą tego typu elektrod jest stosunkowo mała szybkość spawania, twardy żużel, możność spawania tylko prądem stałym i to biegunem dodatnim, dobre własności wytrzymałościowe, a szczególnie nieraz bardzo wysoka udarność i wysoka odporność spoin na pękanie.

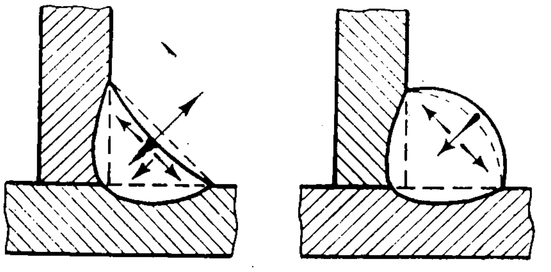
Zawartość tlenu w stopiwie elektrod o silnie zasadowej otulinie jest tylko nieco niższa, w porównaniu do stopiwa elektrod o otulinie kwaśnej, lecz w tym wypadku tlen znajduje się przeważnie w postaci niemetalicznych tlenków, nie wywołujących kruchości w wyższych i podwyższonych temperaturach. Oczywiście nie bez wpływu na zwiększenie odporności na pękanie pozostaje w tym wypadku i ta okoliczność, że elektrody o otulinie zasadowej topią się w postaci nieco większych kropel, które utrudniają dyfuzję utwardzających składników roztopionej stali do stopiwa.

Połączenie elektrody z biegunem dodatnim warunkuje mniejsze nagrzanie spawanej stali, tworzenie mniejszego jeziorka płynnego metalu, a w ostatecznym wyniku zmniejszenie stopnia wymieszania się stopiwa z tworzywem spawanej stali. Poza tym spoiny ułożone tymi elektrodami posiadają zazwyczaj powierzchnię prostą lub lekko wypukłą, co — jak później zobaczymy — wywiera znaczny wpływ na skłonność do powstawania pęknięć.

Szukając przyczyn pękania spoin wykonywanych grubo otulonymi elektrodami, *Stieler* znalazł w stopiwie wrażliwym na pękanie wysokie zawartości fosforu, nieraz przekraczające 0,07%, co zostało częściowo potwierdzone przez badania *Zeyen'a*, tak że powód pękania przypisano w głównej mierze szkodliwemu wpływowi fosforu. Wprawdzie sam *Stieler* przyznaje, że w późniejszych badaniach znalazł elektrody, dające stopiwo o niemal identycznej analizie chemicznej i wysokiej zawartości fosforu, z których jedne wykazywały znaczną wrażliwość na pękanie, a drugie stosunkowo wysoką odporność i nie może wytłumaczyć tego zjawiska.

Na podstawie naszych obserwacji, fosfor nie wpływa tak decydująco na skłonność stopiwa na pękanie, co w pewnej mierze potwierdzałyby następujące przykłady.

W jednym przypadku spoiny układane elektrodą o silnie kwaśnym żużlu na stali węglowej uspokojonej o zawartości $C = 0{,}21\%$, i analizie stopiwa: $C = 0{,}09\%$, $Mn = 0{,}57\%$ i $P = 0{,}63\%$ wykazywały pęknięcia przy wykonywaniu próby pachwinowej już na pierwszej spoinie, natomiast w drugim przpadku elektrody o neutralnym żużlu i analizie stopiwa: $C = 0{,}08\%$, $Mn = 0{,}70\%$ i $P = 0{,}060\%$, użyte do spawania wyżej podanej stali, jak również stali węglowej o zawartości 0,32% *C*, spawanej bez zachowania jakichkolwiek ostrożności, nie wykazywały na próbie żadnych pęknięć.



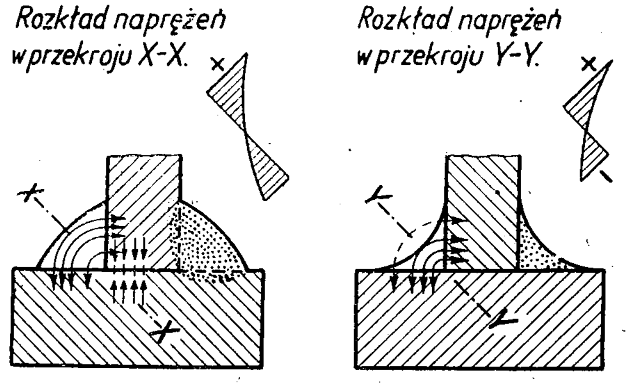
Rys. 3. Powstawanie pęknięć w spoinie wklęsłej i wypukłej.

c) Wpływ kształtu spoiny i warunków spawania. Każdy starszy spawacz wie z praktyki, że przy spawaniu stali wrażliwych na pękanie, znacznie częściej pękają spoiny o powierzchni wklęsłej, aniżeli spoiny o powierzchni wypukłej, względnie płaskiej i dlatego, spawając stal, stosuje niskie natężenie prądu, układając grubsze, w miarę możności, nieco wypukłe spoiny.

Stieler próbuje wytłumaczyć to zjawisko w następujący sposób: powierzchnia spoiny o kształcie wypukłym, na skutek stygnięcia i zmniejszania się objętości spoiny, jest narażona na działania sił zgniatających w kierunku wskazanym strzałką (rys. 3 po prawej stronie), które w pewnym stopniu równoważą działania sił poprzecznych, wywołanych stygnięciem sztywno zamocowanego spawanego materiału i nie dopuszczają do powstawania pęknięć. Przy spoinach o powierzchni wklęsłej powstają na powierzchni spoiny naprężenia rozciągające, działające we wszystkich kierunkach, które przy niedostatecznej plastyczności stopiwa, względnie niejednorodności spowodowanej wydzieleniem się eutektyki, mogą doprowadzić do powstawania pęknięć.

Według *Birett'a* powodów pękania spoin o wklęsłej powierzchni należy raczej szukać w niekorzystnym zagęszczaniu linij sił w pobliżu środka powierzchni spoiny (rys. 4 po prawej stronie), wywołującym wyższe naprężenia szczytowe, w porównaniu do naprężeń, powstających w spoinach o powierzchni płaskiej względnie lekko wypukłej, nie wywołującej swoim kształtem zakłócenia przebiegu linij sił (rys. 4 po lewej stronie).

Nie bez wpływu na zwiększoną wrażliwość na pękanie spoin o powierzchni wklęsłej pozostaje fakt, że są to wyłącznie spoiny ułożone elektrodami o bardzo grubej otulinie, dającej duże ilości



Rys. 4. Rozkład naprężeń w spoinie wypukłej i wklęsłej.

żużla, zmniejszającego szybkość krzepnięcia i ostygania całej spoiny, a w pierwszym rzędzie jej powierzchni. Najwolniej stygnąca powierzchnia jest narażona na silne naprężenia rozciągające, które w wypadku nawet wysokiej ciągliwości stopiwa, ale w obecności niskotopliwej eutektyki $FeO + FeS$, posiadającej w wysokich temperaturach wytrzymałość niższą od granicy płynności stopiwa, doprowadzają do powstawania pęknięć, idących z reguły wzdłuż granic ziaren. Pęknięcia spoin o powierzchni wklęsłej biorą swój początek prawie zawsze na powierzchni spoiny.

Przechodząc na zakończenie do krótkiego omówienia wpływu na pękanie spoin niektórych czynników natury technicznej, należy przede wszystkim podkreślić wpływ naprężeń skurczowych, powstających w konstrukcji przy spawaniu.

Spawając konstrukcje ze stali węglowej o zawartości węgla poniżej 0,25% można pozwolić sobie na dużą dowolność w doborze kolejności i kierunków spawania, bez obawy powstawania pęknięć w spoinach. Natomiast opracowując plan spawania konstrukcji ze stali węglowej o zawartości węgla panad 0,25%, należy więcej niż zwykle poświęcić uwagi prawidłowemu ustaleniu kolejności i kierunków spawania.

System zamykania spoin i spawania w kierunku dającym najmniejsze odkształcenia spawanej konstrukcji, a więc maksymalne naprężenia w spoinach, nie zawsze może być w tym wypadku stosowany, a szczególnie przy konstrukcjach narażonych na wysokie obciążenia dynamiczne, gdzie wysokie naprężenia, gromadzące się w spoinach mogą doprowadzić do powstawania pęknięć w spoinach i spawanej stali w czasie spawania lub, co jeszcze gorzej, po oddaniu konstrukcji do użytku.

Poza tym, spawając stale trudno spawalne, należy raczej układać spoiny niezbyt szerokie i grube, za wyjątkiem pierwszej warstwy, ażeby przez układanie warstw górnych ulepszyć strukturę dolnych warstw i strefy przejściowej. Również należy pamiętać o zasadzie stosowania niskiego natężenia prądu i w miarę możliwości spawania biegunem dodatnim.

Szkolenie i kwalifikowanie spawaczy

Inż. J. PILARCZYK.

Od umiejętności i sumienności spawacza zależy w dużej mierze wartość połączeń spawanych — Sprawa szkolenia spawaczy nie została dotychczas uregulowanie w sposób prawny. — Autor proponuje powołanie do życia cechu spawalniczego, jednolitego sposobu nauczania i kwalifikowania spawaczy w całym kraju.

Aczkolwiek spawanie zdało egzamin praktyczny w stosowaniu do konstrukcji nawet najbardziej dynamicznie obciążonych, jednak jeszcze czasem budzi pewne zastrzeżenia co do swej wartości i bezpieczeństwa. Zarzuty tego rodzaju są bezpodstawne w stosunku do samej metody łączenia, jednak nie możemy odmówić im czasem pewnej słuszności, jeżeli dotyczą umiejętności wykonywania i posługiwania się tą metodą.

Analizując wartość połączenia spawanego z punktu widzenia jego własności mechanicznych, stwierdzić musimy, iż decydują o niej następujące czynniki:

1. wybór odpowiedniej metody spawania,
2. rodzaj spoiwa względnie innych materiałów do spawania używanych,
3. umiejętność i sumienność samego wykonania.

Pomijając w tej chwili dwa pierwsze czynniki, chciałbym obszerniej zająć się właśnie tą umiejętnością i sumiennością wykonywania robót spawalniczych.

W technice spawalniczej, podobnie zresztą jak i w innych gałęziach techniki, spotykamy się z zagadnieniami o różnych stopniach ważności. Jedno połączenie spawane wykonane z pewnymi błędami i niezbyt starannie może zadowolić nas całkowicie i nie budzi żadnej obawy, inna natomiast spoina wykonana z dużą sumiennością może budzić pewne zastrzeżenia i wymaga dodatkowej kontroli i zbadania. Sprawą zasadniczej wagi jest ustalenie skali wymagań w stosunku do wartości spoiny — skali, według której moglibyśmy ocenić, czy umiejętność i sumienność danego spawacza jest dostateczna do wykonania danego połączenia w sposób zadawalający pod względem pewności i bezpieczeństwa.

Umiejętność wykonywania połączenia spawanego rozkłada się zasadniczo na: konstruktora, personel techniczny warsztatu spawalniczego i wreszcie na samego spawacza. Umiejętność i sumienność wykonywania spawania, co określamy jako kwalifikacje spawacza, będą musiały być tym większe, im większe są wymagania stawiane w stosunku do wykonywanej spoiny.

Inaczej mówiąc, im bardziej odpowiedzialne i wysokowartościowe spoiny będziemy mieli do wykonania, tym wyższymi kwalifikacjami musi się wykazać spawacz, któremu powierzymy to zadanie.

Wpływ pracy spawacza na wartość spoiny jest bardzo duży i z tego powodu rozwój, postęp i zastosowanie spawania do konstrukcji odpowiedzialnych ściśle się wiąże z poziomem kwalifikacji spawaczy. Niewątpliwie w innych dziedzinach techniki również nie wystarcza posiadać tylko odpowiednie maszyny i surowce — potrzebni są jeszcze fachowcy. Jeżeli natomiast chodzi o spawanie, to w tym wypadku udział czynnika ludzkiego w wykonaniu spoiny jest szczególnie duży. Ukryte świadomie lub nieświadomie błędy w spoinie mszczą się w przykry sposób przy kontroli, która obecnie jest bardzo posunięta przy pomocy prześwietlania promieniami Roentgena.

Doceniając znaczenie i korzyści rozwoju spawalnictwa w Polsce i widząc wpływ poziomu kwalifikacji spawaczy na to zagadnienie, chciałbym podkreślić, iż w dziedzinie spawalnictwa możemy stanąć na odpowiednim poziomie tylko wtedy, kiedy oprócz różnego rodzaju badań z tego zakresu oraz kształcenia inżynierów i techników, zajmiemy się kształceniem spawaczy i postawimy ich na odpowiednim poziomie.

Sprawa szkolenia spawaczy nie została dotychczas uregulowana w sposób prawny, co jest zasadniczym błędem i źródłem obniżenia poziomu ich kwalifikacji. Mało jest pośród spawaczy ideowców, którzy sercem i duszą oddani są swemu zawodowi; przeważnie, będąc pchnięci do tej dziedziny pracy raczej przez przypadek, pracują bez większego zainteresowania i sumienności. Na pytanie dlaczego tak się dzieje, słyszymy odpowiedź „ponieważ spawaczem, jakkolwiek bez tytułu rzemieślnika, może stać się każdy i to nawet w krótkim czasie".

Często w praktyce spotykamy spawaczy, którzy nimi zostali tylko dlatego, że droga to tego fachu jest bardzo uproszczona i w większości wypadków przez nikogo nie kontrolowana. Czyż można się zgodzić z takim stanem rzeczy, żeby ktoś dopiero wtedy decydował się na zawód spawacza, kiedy nie może znaleźć lepszego zajęcia? Napewno nie, bo zawód spawacza jest trudny do opanowania i wymaga nie ludzi przygodnych i niezdatnych do wykonywania innego zawodu, a ludzi o specjanym uzdolnieniu.

Z drugiej jednak strony należy stanąć w obronie wszystkich tych spawaczy, którzy sumiennie i z zamiłowaniem wykonywują swój zawód, a dotychczas są pokrzywdzeni właśnie dlatego, że są spawaczami.

Wyobraźmy sobie dwóch jednakowo zdolnych i wartościowych ludzi stojących wobec zagadnienia wyboru zawodu na przyszłość.

Jeden z nich wybiera sobie np. zawód ślusarza; zapisuje się na ucznia i po 3 latach praktyki wyzwala się na czeladnika. W dalszym ciągu zależnie od zdolności, jako czeladnik będzie mógł z czasem uzyskać w hierarchii swego cechu tytuł mistrza. Na tej drodze, niewątpliwie trudnej i długiej, człowiek ten proporcjonalnie do osiąganego poziomu kwalifikacji jest odpowiednio honorowany zarówno pod względem materialnym jak i jego ambicji zawodowej.

Drugi kandydat wybiera sobie zawód spawacza. Jest uczniem, bo uczy się swojego zawodu, a po 3 latach zostaje nim nadal, gdyż nie ma podstaw prawnych do wyzwolenia się na czeladnika. Fakt ten w swoich konsekwencjach krzywdzi spawacza zawsze pod względem jego ambicji zawodowych, a często pod względem materialnym, w stosunku do jego kolegi czeladnika ślusarza. Taki stan rzeczy winien ulec zmianie w jak najkrótszym czasie i spawanie musi być traktowane jako rzemiosło. Jeżeli nie będzie utworzony cech spawaczy, w którym spawacze mogliby się wyzwalać na czeladników, względnie mistrzów, to w ten sposób zatamuje się nadal drogę do spawalnictwa wielu jednostkom ambitnym i zdolnym.

Wiedząc o tym jak trudnym i wielkiej sumienności wymagającym jest spawanie, przyznamy, że ta dziedzina techniki wymaga właśnie ludzi zdolnych i sumiennych. Z tego powodu kandydat na spawacza winien też w perspektywie swej kariery zawodowej widzieć nawet korzyści i uznanie swych kwalifikacji niż jego kolega ślusarz lub inny czeladnik. A tymczasem jest wręcz przeciwnie.

Do niedawnego jeszcze czasu, spawanie było otoczone wielu tajemnicami; obecnie stało się rzemiosłem, które może być wykonywane przez każdego, kto się go chce nauczyć, a ma ku temu zdolności.

Ustalając warunki nauki tego rzemiosła, należy iść po drodze dotychczas wypraktykowanej przy nauczaniu innych rzemiosł.

Różnego rodzaju kursy urządzane przez Instytut Spawalniczy lub na terenie większych zakładów fabrycznych w dużym stopniu są pomocne i ułatwiają zdobywanie wiedzy i umiejętności spawalniczej. Jednak ze względu na krótki czas trwania, nie mogą dać prawa do tytułu czeladnika.

Obecnie wiele jest spraw pilnych i ważnych do załatwienia, lecz jedną z pierwszych w dziedzinie spawalnictwa jest powołanie do życia cechu spawalniczego, który zaprowadziłby jednolity sposób nauczania i kwalifikowania spawaczy na terenie całego kraju. Każdy kandydat na spawacza czeladnika musiałby odbyć 3-letnią praktykę, w czasie której ukończyłby jeden, względnie dwa kursy. Po wyzwoleniu się na czeladnika, mógłby spawacz obrać sobie jakąś specjalność i kończyć z tego zakresu odpowiedni kurs, stać się specjalistą np. spawaczem kotłowym, rurowym, miedziowym i t. p. W ten sposób spawacze byliby podzieleni na następujące grupy:

a) uczniów względnie pomocników spawaczy,

b) spawaczy czeladników uprawnionych do wykonywania zasadniczo wszystkich robót spawalniczych, za wyjątkiem robót specjalnych,

c) spawaczy specjalistów uprawnionych do wykonywania robót specjalnych (spawanie kotłów, spawanie rur i t. p.).

Tego rodzaju segregacja spawaczy, przeprowadzona na podstawie stopnia i kwalifikacji, pozwoliłaby się szybko i jednoznacznie orientować

w przydatności każdego spawacza do wykonywania danej roboty spawalniczej.

Przy obecnym stanie rzeczy zdarza się, że jeżeli ktoś potrafi jako tako trzymać palnik czy elektrodę w ręku, to zależnie od tupetu mianuje się go nawet na specjalistę. Jak do tytułu ślusarza nie uprawnia umiejętność posługiwania się pilnikiem, tak do tytułu spawacza nie uprawnia umiejętność wykonania najprostszej spoiny. Trzechletni okres nauki i odpowiedni egzamin, dałyby gwarancję pewnych kwalifikacji i w ten sposób zapobiegały dużym dysproporcjom obecnie spotykanym.

Spawanie jest stosunkowo nową dziedziną i wiele zagadnień z tego zakresu znajduje się jeszcze w stanie nieuporządkowanym. Niemniej jednak jest to dziedzina niezmiernie ważna i z tego powodu należy dążyć, by w jak najkrótszym czasie wszystkie te niedomagania zostały usunięte, gdyż stanowią one przeszkodę na drodze rozwoju spawalnictwa. Jedną z tych spraw jest właśnie uporządkowanie szkolenia i kwalifikacji spawaczy. Obserwując ważność rozwiązania tego zagadnienia na każdym kroku w technice, chciałbym przynajmniej w postaci tego krótkiego artykułu zwrócić nań uwagę, zarówno z punktu widzenia rozwoju spawalnictwa w Polsce, jak i obrony pokrzywdzonych dotychczas spawaczy.

KRONIKA SPAWALNICZA

Państwowy Instytut Spawalniczy i jego zadania

Inż. BOLESŁAW SZUPP

Zarys historyczny. W Polsce powojennej powstała nareszcie placówka, Państwowy Instytut Spawalniczy, o której w czasach przedwojennych dużo się w sferach spawalniczych mówiło. Do realizacji powstałych wtedy zamierzeń jednak wciąż dojść nie mogło z tego względu, że sfery miarodajne do utworzenia takiej instytucji, nie rozumiejąc jej znaczenia, żadnej uwagi nie przywiązywały. Inicjatywa prywatna skutkiem rozbieżności rozmaitego rodzaju sprzecznych interesów poszczególnych firm i przedsiębiorstw, zainteresowanych w rozwoju spawalnictwa, również nie były w stanie doprowadzić powziętych zamiarów do końca.

Początek swój Państwowy Instytut Spawalniczy jednak bierze od powstałej dzięki inicjatywie prywatnej placówki, założonej w 1926 roku przez *Stowarzyszenie Rozwoju Spawania i Cięcia Metali w Polsce*, początkowo jako szkoła spawania w Katowicach.

Placówka ta stopniowo rozwinęła się, powstała filia jej w Warszawie, która razem z Centralą Katowicką zaczęła obsługiwać całą Polskę, organizując kursy spawania — poza kursami stale prowadzonymi w Katowicach i w Warszawie— we wszystkich większych ośrodkach przemysłowych kraju, jak Łódź, Lwów, Poznań, Bydgoszcz, Białystok i t. d.

Szkoła spawania w Katowicach stopniowo przekształciła się w Zakład naukowo-badawczy, posiadający pracownię wytrzymałościową, chemiczną i metaloznawczą.

W filii Stow. Rozwoju Spawania i Cięcia Metali w Warszawie skoncentrowana była działalność wydawnicza. Od 1927 roku wydawano regularnie miesięcznik *„Spawanie i Cięcie Metali"*, poświęcony wszelkim zagodnieniom spawalniczym, a od 1938 roku— dwumiesięcznik *„Spawacz"*, zadaniem którego było rozpowszechniać wiadomości spawalnicze wśród najszerszych warstw pracowników fachu spawalniczego.

Poza tym Stowarzyszenie wydało szereg podręczników spawania, m. in. „Podręcznik Spawania" ś.p. dra A. Sznerra i inż. Z. Dobrowolskiego, „Podręcznik Spawania" inż. Biernackiego, „Podręcznik Spawana" inż. Tułacza, „Podręcznik Spawania Acetylenowego, Część I" inż. Szuppa, oraz znaczną ilość wszelkiego rodzaju broszur i wydawnictw spawalniczych. Wszystkie te wydawnictwa są obecnie wyczerpane.

W 1939 roku Stowarzyszenie zorganizowało w Warszawie roczny *Wyższy Kurs Spawania dla Inżynierów*, pierwszy semestr którego został przeprowadzony przy dużej frekwencji słuchaczy. Ciąg dalszy tego kursu, jak wogóle cała działalność Stowarzyszenia, zastały przerwane przez wojnę i okupację niemiecką.

Warszawska placówka Stowarzyszenia, jako mniejsza, początkowo uszła uwagi okupanta, następnie zaś — po likwidacji powstania 1944 r. — wszystkie jej urządzenia uległy zniszczeniu. Zginął również dość znaczny księgozbiór oraz wszystkie gotowe wydawnictwa,

Centrala w Katowicach została przejęta przez niemców w całości i szczęśliwie uniknęła zagłady. Urządzenia jej zostały przeniesione z ul. Zamkowej (z terenu Huty „Marta") do gmachu Śląskich Technicznych Zakładów Naukowych i posłużyły jako podstawa do utworzenia niemieckiego zakładu spawalniczego, szkoleniowo-badawczego, na wzór dziesięciu innych zakładów tego rodzaju, prowadzonych w b. Rzeszy.

W Katowicach szkolono spawaczy głównie dla potrzeb przemysłu wojennego, starając się o tworzenie „robotów", przyzwyczajonych do czysto mechanicznego wykonywania pewnych czynności spawalniczych, bez uwzględnienia konieczności zrozumienia przez spawacza procesów z niemi związanych.

Dzięki ulokowaniu urządzeń obecnego Państwowego Instytutu Spawalniczego w jednym z odległych zakątków olbrzymiego gmachu Śląskich Technicznych Zakładów Naukowych, całość ich z niewielkimi wyjątkami pozostała na miejscu w stanie przydatnym do użytku.

Organizację Państwowego Instytutu Spawalniczego rozpoczęto 28 marca 45 r., w dniu wydania inżynierom B. Szuppowi i J. Pilarczykowi upoważnienia do przyjęcia z ramienia Departamentu Kadr Ministerstwa Przemysłu sprzętu i urządzeń pozostałych po niemieckim zakładzie.

Obecny stan. W obecnym stanie Instytut posiada pracownię wytrzymałościową wraz z niewielkim warsztatem do obróbki mechanicznej próbek, pracownię chemiczną, pracownię metaloznawczą oraz duże warsztaty spawalnicze, a mianowicie spawalnię elektryczną z ok. 20 spawalnicami różnych typów i spawalnię acetylenową ze 40 stanowiskami do spawania.

Poza tym czynny jest również Oddział Instytutu w Krakowie, posiadający niewielkie szkoleniowe warsztaty spawalnicze, zaopatrzone w 5 spawalnic elektrycznych oraz 10 stanowisk do spawania acetylenowego.

Zadania Instytutu. Zakres prac Instytutu obejmuje:

1. *Kształcenie fachowe* w dziedzinie spawalnictwa przez organizowanie i prowadzenie kursów na różnych poziomach i dla różnych specjalności. W zakres tych prac wchodzi również organizowanie specjalnych wykładów, odczytów, pokazów oraz wyświetlanie filmów spawalniczych.

2. *Prace naukowo-badawcze,* polegające na opracowywaniu różnego rodzaju zagadnień interesujących przemysł oraz problemów teoretycznych o znaczeniu naukowym.

3. *Ekspertyzy i porady fachowe,* polegające na opiniowaniu i odbieraniu wykonanych prac spawalniczych, udzielaniu porad oraz przeprowadzaniu kontroli urządzeń i tworzyw używanych przy spawaniu.

4. *Prace normalizacyjne* w zakresie ścisłej współpracy z Polskim Komitetem Normalizacyjnym i opracowaniu różnego rodzaju norm i przepisów.

5. *Prace wydawnicze,* t. j. współpraca z prasą techniczną, opracowywanie podręczników, broszur i innego rodzaju literatury spawalniczej.

D o t y c h c z a s o w a d z i a ł a l n o ś ć. Instytut w ciągu względnie krótkiego czasu istnienia nie zdążył jeszcze rozwinąć swej działalności w tak szerokich rozmiarach, jakie są wymagane przez rzeczywiste potrzeby techniczne Kraju: Gdy zostaną usunięte zasadnicze braki, jak brak personelu naukowego i odpowiednich pomieszczeń, wtedy wymienione wyżej działy niewątpliwie zaczną rozwijać we wszystkich kierunkach znacznie żywszą działalność niż dotychczas.

W ciągu dalszym podajemy w skrócie wyniki pracy Instytutu za okres czasu od 1 kwietnia 1945 do 31 grudnia 1946 r. w każdym z poszczególnych działów.

1. *Kształcenie fachowe.* Kursy dla początkujących prowadzone przez Instytut ukończyło:

spawaczy acetylenowych	ok. 900	uczniów
„ elektrycznych	„ 460	„
kursy łukowego spawania kotłów ukończyło	„ 48	„
Przeprowadzono egzaminy praktyczne dla spawaczy kotłów łukiem	„ 44	„

2. *Prace naukowo-badawcze* w pierwszym okresie polegały głównie na badaniach wytrzymałościowych, prowadzonych w dwu kierunkach: badania związane ze szkoleniem spawaczy oraz badania dla celów przemysłu.

Badania szkoleniowe, obejmowały badania prób wykonanych przez spawaczy kotłowych; badania dla przemysłu są związane z doświadczeniami nad spawaniem grubych blach kotłowych *(Huta Ferrum),* nowymi gatunkami elektrod *(Huta Baildon)* i t. d.

Poza tym przeprowadzono badania wytrzymałości spawanych prętów konstrukcyj żelbetonowych (Dyrekcja Odbudowy Węzła Warszawskiego) i inne.

3. *Ekspertyzy i porady fachowe.* Inżynierowie Instytutu biorą udział w pracach badawczych związanych z przemysłem, a mającym na celu np. wzmożenie produkcji elektrod Huty „Baildon" oraz rozpoczęcie produkcji spawanych walczaków kotłowych na Hucie „Ferrum".

Po porady fachowe zwracają się do Instytutu zarówno instytucje oficjalne, jak i poszczególne firmy. Tak np. Ministerstwo Komunikacji, Departament Mechaniczny zasięgał opinii Instytutu w sprawie napraw kotłów parowych, Ministerstwo Pracy i Opieki Społecznej, Departament Pracy — Komitet Redakcyjny — o zaopiniowaniu projektowanych wydawnictw i t. d.

Przedstawiciele Instytutu brali, w charakterze rzeczoznawców, udział w Komisji odbiorczej spawanego mostu kolejowego przez rzekę Wisłę w Warszawie pod Cytadelą z ramienia Dyrekcji Odbudowy Węzła Warszawskiego.

Dla poszczególnych kopalń, zakładów i t. p. przeprowadzono liczne ekspertyzy związane z naprawami uszkodzonych urządzeń, udzielano odpowiednich porad, przeprowadzając w poszczególnych trudniejszych wypadkach same prace naprawcze, jak np. naprawa osłony turbiny parowej (kop. Janina w Libiążu), naprawa kotła parowego (Fabryka Tektury w Gliwicach), naprawa chłodnika pary (Elektrownia w Chorzowie) i t. d.

4. *Prace normalizacyjne.* Inżynierowie Instytutu biorą czynny udział w pracach *Komisji Spawalniczej P.K.N.,* w podkomisjach: acetylenowej, bezpieczeństwa pracy spawacza, spoiw, szkolenia i kwalifikowania spawaczy, kontroli połączeń spawanych i t. p.

5. *Prace wydawnicze.* Opracowano i wydano broszurki pod tytułem:

„Kurs spawania acetylenowego w pytaniach i odpowiedziach", str. 60 — 3 000 egz.

„Kurs spawania elektrycznego w pytaniach i odpowiedziach", str. 48 — 3 000 egz.

Ze względu na wyczerpanie pierwszego nakładu broszurek opracowano do druku następne wydanie.

Opracowano do druku wydany przez Ministerstwo Przemysłu, Departament Kadr, Wydział Szkolnictwa Zawodowego, „Podręcznik spawania acetylenowego*).

Po tym skróconym przeglądzie działalności Instytutu, która w dużym stopniu była utrudniona i hamowana przez brak sił fachowych i szczupłe rozmiary pomieszczeń, obecnie zajmowanych przez Instytut, przejdziemy do dalszych zamierzeń i planów na przyszłość.

P l a n y n a p r z y s z ł o ś ć. W chwili obecnej, gdy Instytut jeszcze nie posiada odpowiedniego budynku, gdzie można byłoby należycie ulokować warsztaty spawalnicze, pracownie, magazyny i biura, trudno dokładnie określić dalsze linie rozwojowe poszczególnych działów Instytutu.

W każdym bądź razie, nawet w obecnych warunkach, Instytut znacznie poszerzy swoją działalność i zamierza prowadzić prace w poszczególnych działach w ramach, które w skrócie podajemy poniżej.

Kształcenie fachowe przewiduje poza kursami prowadzonymi dotychczas, kursy dla:

a) instruktorów spawalniczych,

b) spawaczy specjalnych jak np. spawaczy acetylenowych, kotłowych,

c) spawacz miedzi (paleniska kotłowe),

d) spawaczy rurowych (rurociągi dalekosiężne),

e) inżynierów i techników o wyższym programie.

Poza Oddziałem Instytutu czynnym obecnie w Krakowie, przewiduje się utworzenie Oddziałów Warszawie, Łodzi i na Wybrzeżu, mających na celu głównie prowadzenie normalnych kursów spawania dla pomocników spawaczy.

Zorganizowanie wyżej wymienionych Oddziałów było dotychczas niemożliwe ze względu na brak odpowiedniej ilości sprzętu spawalniczego.

Prace naukowo-badawcze mają iść w kierunku przede wszystkim udoskonalenia produkcji sprzętu spawalniczego wszelkiego rodzaju, spoiw do spawania łukowego i acetylenowego oraz metod pracy.

Zagadnień naukowych, które trzeba przestudiować i wyświetlić jest niezliczona ilość. Okres wojny spowodował całkowite zatamowanie dopływu wiadomości o osięgnięciach spawalnictwa w innych krajach. Potrzebny więc jest ogrom pracy i wysiłku, ażebyśmy w Kraju mogli należycie przyswoić sobie to, co gdzie indziej jest sprawą całkowicie wyjaśnioną i normalną.

Do najbliżej stojących zadań zaliczamy badania z zakresu:

a) spawalności stali o wyższej wytrzymałości,

b) produkcji elektrod i spoiw opartej na krajowych surowcach,

*) Inż. B. Szupp. „Podręcznik Spawania Acetylenowego" str. 318, rys. 241.

c) zastosowanie w produkcji nowych metod spawania opracowanych podczas wojny zagranicą i t. d.

W dziale ekspertyz i porad fachowych zamierza się prowadzić prace w kierunku dotychczasowym w znacznie powiększonym zakresie.

W zależności od warunków lokalowych i personalnych Instytut zamierza zorganizować wzorowy warsztat naprawczy, mający za zadanie przeprowadzenie trudnych napraw oraz praktyczne szkolenie fachowców.

Prace normalizacyjne będą prowadzone w ciągu dalszym w kierunku ścisłej współpracy z P.K.N. W związku z zarysowującą się możliwością powiększenia personelu naukowego Instytutu, prace w poszczególnych Podkomisjach Spawalniczych będą prowadzone w tempie znacznie przyśpieszonym, co pozwoli nareszcie odrobić duże zaległości, które nasze spawalnictwo w dziedzinie normalizacyjnej jeszcze ma przed sobą.

P r a c e w y d a w n i c z o-p r a s o w e, zamierzone na najbliższy okres będą polegały na współpracy z „Przeglądem Mechanicznym" i „Mechanikiem", w redagowaniu „Działu Spawalnictwa".

Poza tym wydział będzie opracowywał podręczniki i wydawnictwa fachowe, jak to:

a) podręczniki spawania łukowego,
b) pracę specjalną o spawaniu stali,
c) „ „ „ „ żeliwa,
d) „ „ „ „ aluminium.

Jak widać z powyższego, Instytut ma przed sobą niezliczoną ilość zadań, ważnych nie tylko, jak niektórzy uważają, w zakresie tak niby wąskiej specjalności, lecz pod wielu względami z punktu widzenia ogólno-państwowego.

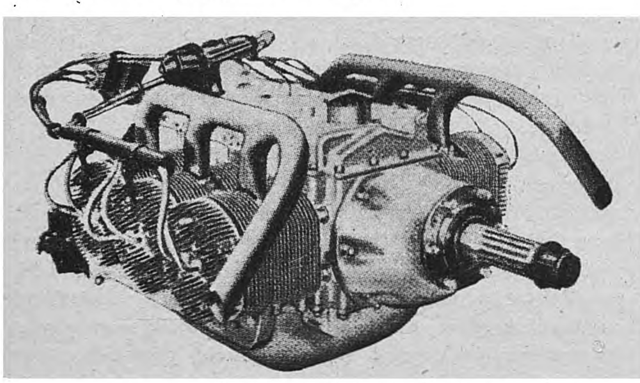
Dotychczas zakres działania Instytutu z różnych powodów był stosunkowo do potrzeb nie wielki.

Obecnie jednak przed Instytutem zarysowują się znacznie lepsze perspektywy, zarówno pod względem lokalowym i finansowym jak i pod względem dopływu świeżych sił technicznych. Żywimy niezłomną nadzieję, że najcięższy okres istnienia Instytutu dobiega końca i że okres, u progu którego stoimy, pozwoli Instytutowi rozwinąć działalność w rozmiarach, które będą stały w odpowiednim stosunku do potrzeb technicznych odbudowy i rozbudowy Kraju.

PRZEGLĄD CZASOPISM TECHNICZNYCH

Nowy silnik lotniczy

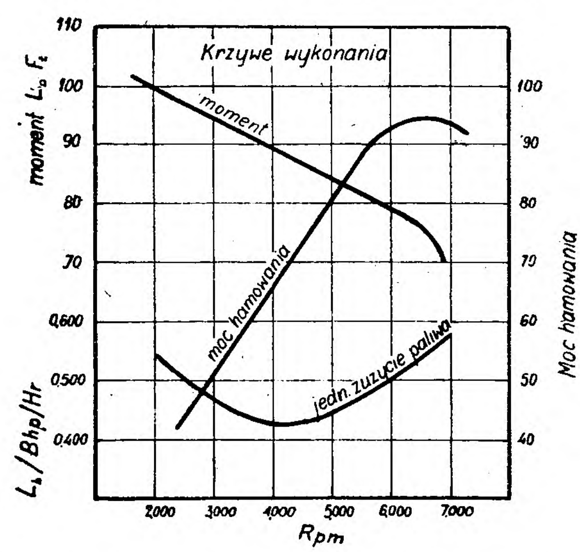
Amerykańska firma *„Jack and Heintz"* przystąpiła do produkcji silników o dużym zakresie zastosowań, które ze względu na swoją oryginalność rozwiązania, pomysłowość i śmiałość konstrukcji zasługują na uwagę.



Rys. 1. Silnik w odmianie lotniczej.

Jest to silnik chłodzony powietrzem, leżący w układzie „boxer" z rozrządem suwakowym od dwuch do sześciu cylindrów. W tym silniku zwrócono największą uwagę na jego lekkość, gdzie tylko można zastosowano stopy lekkie oraz podwyższono obroty do 600/min.

Cylinder bogato użebrowany odlany jest łącznie z połówką karteru i tak ukształtowany, że może być częścią składową zarówno dwu jak i sześciocylindrowego silnika. Elementy te (cylinder z połówką karteru) łączą się więc w całość przelotowymi śrubami w poprzek z współpracującym cylindrem i wzdłuż, o ile silnik ma być więcej niż dwucylindrowy. Głowice odlane są jako części oddzielne dla każdego cylindra. Wał korbowy składany (łączony zazębieniem, zbliżonym do zazębienia Hirth), co pozwala na zastosowanie niedzielonych korbowodów, wykonanych z lekkiego stopu i pracujących bez żadnej panewki na utwardzonej powierzchni wału korbowego.

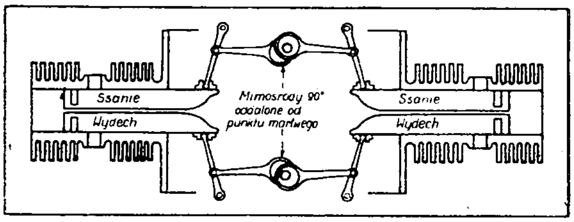


Rys. 2. Wykresy momentu, mocy i zużycia paliwa.

Rozrząd suwakowy zupełnie oryginalny składa się dla każdego cylindra z dwóch suwaków (ssący i wydechowy) z których każdy ukształtowany jest jako połówka cylindra podzielonego wzdłuż osi. Suwaki te pracują między wyżej wymienionym cylindrem ze stopu lekkiego, a właściwą żeliwną tuleją cylindrową, w której z kolei porusza się tłok.

Stosunek obrotów wału korbowego do obrotów wału sterującego obrany został 4 : 1, z czego

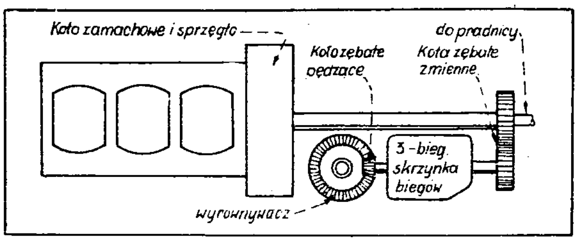
wynika, że suwak poruszając się w jednym kierunku otwiera i przechodząc dalej zamyka szczelinę, w drodze zaś powrotnej powtarza to samo w



Rys. 3. Rozrząd.

innym kierunku. Nie wydaje się to specjalnie szczęśliwym rozwiązaniem, gdyż obroty rozrządu są wprawdzie małe, ale droga ruchu suwaków duża.

Chłodzenie oczywiście powietrzne (lekkość) zapewnione jest wiatrakiem umieszczonym na osi prostopadłej do wału korbowego. Ilość obrotów wiatraka jest regulowana i ściśle związana z ciśnieniem oleju smarującego silnik, okazało



Rys. 4. Rozrząd sterowania.

się to jakoby b. praktyczne i zapewnia równomierną temperaturę silnika niezależnie od obciążenia. Lekkość i obrysie silnika pozwalają na łatwe przystosowanie go do celów lotniczych.

Prof. inż. J. WERNER

Elektro-oporowe wykrywacze naprężeń

W ciągu ostatnich kilku lat postęp w tworzeniu konstrukcji o sprawności wyższej niż dotąd, w których tworzywa obciążono do najwyższych dopuszczalnych granic, przyczynił się do tego, że znaleziono praktyczny sposób wykrywania i określania naprężeń statystycznych i dynamicznych. Wykrywacze naprężeń okazały się nadzwyczaj użytecznym przyrządem dzięki swej prostocie, małym rozmiarom i taniości. Stosuje się je obecnie wszechstronnie. Początkowo zaczęto je stosować w produkcji lotniczej i to z takim sukcesem, że dziś w pracach laboratoryjnych i przy fabrykacji są przyrządem jednym z najbardziej popularnych. Niebawem znalazły zastosowanie przy kontrolowaniu wszelkiego rodzaju konstrukcji spawanych, przy budowie okrętów i mostów. Przy badaniach wytrzymałościowych metali stosuje się wykrywanie naprężeń do dokładnego określenia granicy proporcjonalności i sprężystości. Również na tej zasadzie zbudowano czułe przyrządy do badań trzęsienia ziemi itp.

Zjawisko zmienności oporu elektrycznego przewodników, na skutek ich odkształceń plastycznych, jest znane od dawna, ale dopiero w r. 1939 prof. *Simmons* z Uniwersytetu w Kalifornii zastosował je praktycznie w celu wykrywania naprężeń. Użył on cienkiego drucika ułożonego w kształcie wielokrotnej litery U, ściśle związanego z badanym objektem przy pomocy „cementu". Drucik ten przechodzi więc te same koleje odkształceń co i materiał, do którego został przymocowany, a więc ulega ściskaniu lub rozciąganiu. Towarzyszą temu zmiany oporności drutu, które są łatwo i dokładnie mierzone przy pomocy mostka *Wheatstone'a.* Ta metoda pomiaru naprężeń została opatentowana przez *Simmons'a* w Stanach Zjednoczonych i niektórych krajach europejskich.

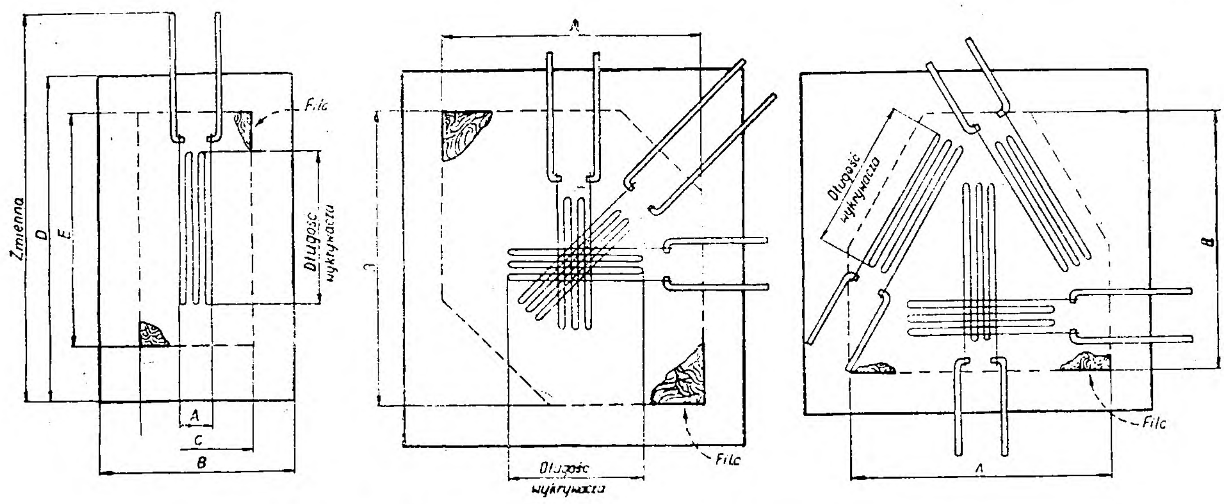
Elektro-oporowe wykrywacze wykonywane są z drucików różnych stopów o średnicy ok. 0,025 *mm* i długościach, wahających się w granicach 3 — 130 *mm.*

Najczęściej spotykane typy wykrywaczy pokazane są na rys. 1.

Pierwszy z nich jest jednokierunkowy, następne dwa stosowane są w wypadkach potrzeby ustalania naprężeń w różnych kierunkach i składają się z trzech lub czterech wykrywaczy ułożonych w gwiazdę lub trójkąt. Wykrywacze różnią się między sobą czułością, zależną od materiału, z którego są one wykonane. Czułość ta jest określona jako stosunek zmiany jednostki oporu do zmiany jednostki naprężenia.

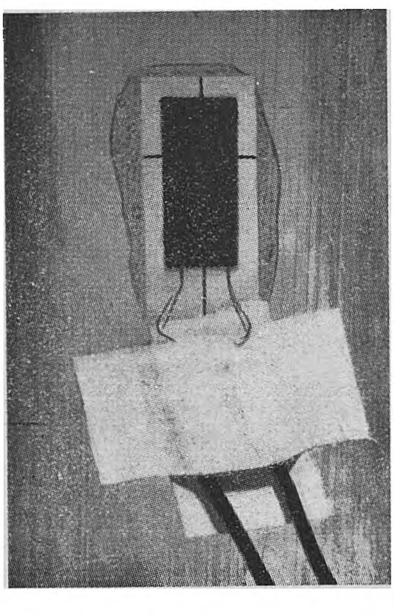
Są dwie zasadnicze klasy wykrywaczy elektrooporowych, uwzględniające stopień czułości. Do pierwszej należą wykrywacze wykonane ze stopów *Cu-Ni* z typu *„Advance"*, do drugiej — ze stopu *elinvar,* uprzednio poddanemu silnemu zgniotowi na zimno. Są one zwane również izo-elastycznymi. Czułość pierwszych jest określona cyfrą ok. 2,15, drugich cyfrą ok. 3,6. Współczynnik czułości jest bardzo ważny i od jego dokładności zależy dokładność wykonywanych pomiarów. Ustalenie tego właśnie współczynnika czułości jest najtrudniejszym problemem przy fabrykacji wykrywaczy. Jest on podawany przez producenta dla każdej dostarczonej partii.

Wykrywacz skonstruowany jest w ten sposób, że drucik oporowy naklejony jest do cienkiego skrawka papieru rys. 2 i następnie pokryty kawałkiem filcu dla zabezpieczenia przed zmianami temperatury. Końcówki drucika oporowego zakończone są grubszymi kawałkami drutu, do których przylutowuje się przewodniki łączące z mostkiem *Wheatstone'a.*



Rys. 1. Najczęściej spotykane typy wykrywaczy naprężeń.

Czynnikiem ograniczającym zastosowanie elektro-oporowych wykrywaczy, są „cementy" zespalające je z badaną powierzchnią. Obecnie w użyciu są dwa gatunki, z których jeden, o osnowie nitro-celulozowej stosuje się do temperatur nie przekraczających 100°C, drugi do temperatury nie przekraczającej 200°C. Wadą ich jest skłonność do mięknięcia w temperaturach podwyższonych.

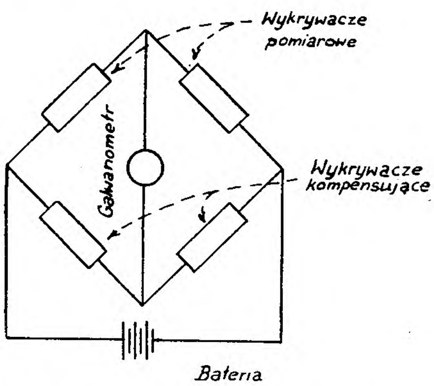


Rys. 2. Widok ogólny wykrywacza naprężeń.

Obecnie są w opracowaniu cementy pozwalające na wykonywanie prób w temperaturach około 400°C i należy się spodziewać, że będą one niebawem dostarczone na rynek.

Przy wykonywaniu pomiarów, w których obciążenie można utrzymać 5 do 10 *sek.*, i stosowaniu jedynie pojedyńczych wykrywaczy do pomiaru zmian oporności, można użyć zwyczajnego potencjometru albo mostka *Wheatstone'a*, z czułym galwanometrem (czułość 2×10^{-4}). Jeśli w użyciu jest równocześnie kilka wykrywaczy, wówczas potrzebny jest przełącznik. Dla uniknięcia niedokładności opór na kontaktach nie powinien być większy niż 10^{-6} *ohma.*

Firma amerykańska *Baldwin* skonstruowała specjalnie czuły mostek *Wheatstone'a* na prąd stały o składzie pokazanym na schemacie rys. 3.



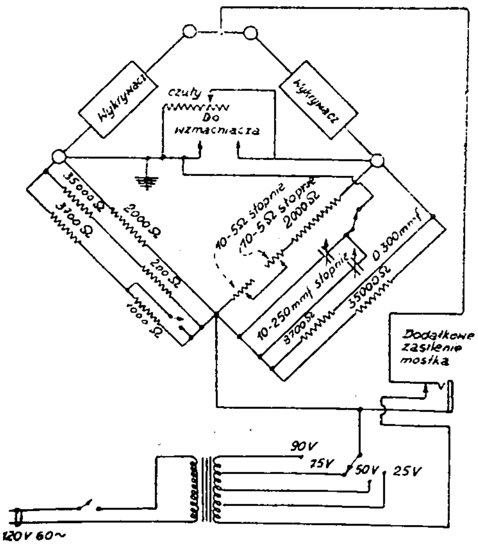
Rys. 3. Schemat połączeń wykrywaczy: pomiarowego, „ślepego" i kompensacyjnego w układzie mostka Wheatstone'a zasilanego prądem stałym.

W jednym ramieniu mostka znajduje się wykrywacz aktywny, w drugim t. zw. *„ślepy"*, a w dwu innych ramionach po jednym kompensacyjnym. Te ostatnie są następnie poddane jeden ściskaniu, a drugi rozciąganiu przy pomocy śruby mikrometrycznej, skalowanej w 10^{-2} mm. Zwyczajne przeliczenie zmiany położenia śruby mikrometrycznej daje zmiany oporu w czynnym wykrywaczu, a tym samym zmiany naprężeń w miejscu jego zastosowania.

Tak zwany *„ślepy"* wykrywacz jest wykrywaczem kompensacyjnym temperatury. Zwykle jest to dublikat pomiarowego i umieszczony jest na tym samym materiale, lecz w miejscu nie obciążonym i poza działaniem temperatury. Połączenie tych dwu wykrywaczy w mostku jest tego rodzaju, że naprężenia powstałe w wykrywaczu pomiarowym na skutek różnic temperatury znoszą się nawzajem, pozostawiając jedynie czyste naprężenie na skutek działania siły.

Ta sama wyżej wspomniana firma wykonała inny mniej czuły lecz bardziej wygodny w użyciu mostek na prąd zmienny zasilany z własnego

oscylatora o częst. 1000 *cykli*. Schemat jego pokazany na rys. 4. Firma wykonuje również automatyczne rejestratory naprężeń. Notują one odkształcenia w tysięcznych cala na cal.

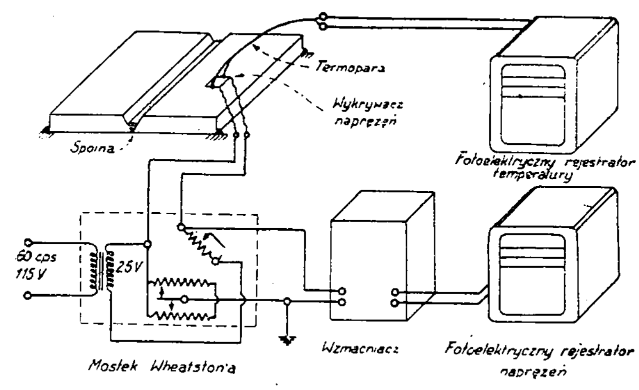


Rys. 4. Schemat połączeń wykrywaczy w układzie mostka Wheastone'a a zasilanego prądem zmiennym.

Sposób wykonania pomiaru przedstawia się następująco. Wybrane miejsce należy oczyścić dokładnie z rdzy, zendry lub innych powierzchownych pozostałości przy pomocy papieru szmerglowego 000 lub 00. Również dobrze jest przetrzeć powierzchnię benzyną lub alkoholem celem usunięcia śladów tłuszczu. Na tak oczyszczoną powierzchnię nakłada się cienką warstwę cementu, jak również na odwrotną stronę samego wykrywacza i przykłada się go na wyznaczone miejsce lekko naciskając. Czas potrzebny do zestalenia waha się od kilku do kilkunastu godzin zależnie od temperatury. Podkreślić należy ważność dobrego zespolenia wykrywacza z badaną powierzchnią. Końcówki wykrywacza przylutowuje się do przewodnika łączącego z mostkiem pomiarowym. Jeśli okoliczności tego wymagają pokrywa się dodatkową izolacją tłuszczu celem zebezpieczenia przed wilgocią.

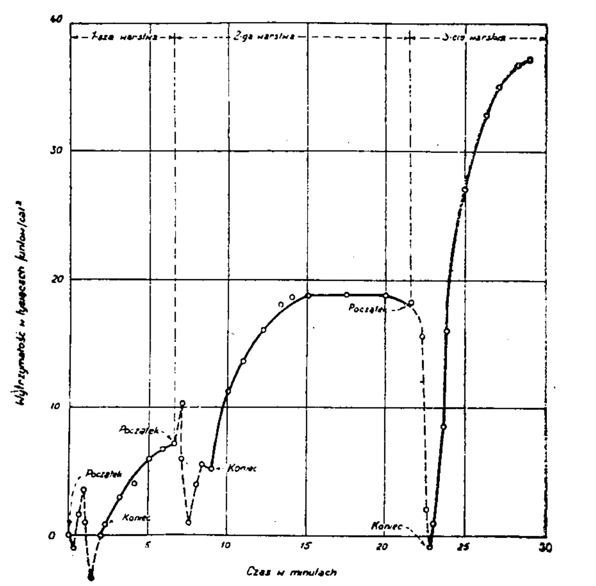
Są zasadniczo dwie metody wykonywania prób. Pierwsza polega na tym, że instaluje się wykrywacze na badanej części i odczyty wykonuje się przed, w czasie i po wykonaniu obciążenia, a d r u g a m e t o d a t.zw. t r e p a n a c j i polega na wycięciu badanej części odpowiedniej wielkości, na której instaluje się wykrywacze i mierzy się zanik naprężeń.

Segment wycina się zwykle przy pomocy nawiercania otworów do około wyznaczonego pola Metoda pierwsza ma tę zaletę, że wyniki jej nie są zniekształcone wpływem przeróbki plastycznej z okresu fabrykacji, natomiast wymaga długiego okresu czasu stabilizacji i wykonania pomiarów (od kilku dni do kilku miesięcy), poza tym zazwyczaj są one narażone na wpływ temperatury n. p. przy pomiarach w czasie spawania, co powoduje z kolei komplikacje w postaci dodatkowych instalacji i t.p. Metoda trepanacji daje szybsze wyniki pomiarów, pozostawia jednak za sobą konieczność „łatania" dziur powstałych po wycięciu segmentu. Przykład zastosowania w celu określenia naprężeń w czasie spawania pokazany jest na rys. 5.



Rys. 5. Pomiar naprężeń wykrywaczami w czasie spawania.

Układ ten składa się z dwu części a mianowicie z części pomiarowej naprężeń, która wyposażona jest równocześnie w automatyczny rejestrator i części pomiarowej temperatury również rejestrującej samoczynnie. Wykres powstających naprężeń w czasie spawania przedstawiony jest na rys. 6.



Rys. 6. Wykres naprężeń powstających w czasie spawania.

Odcięta jest miarą czasu, a rzędna miarą naprężeń w tysiącach funtów na cal kwadratowy. Po nałożeniu pierwszej warstwy spoiny następuje wzrost naprężeń, które spadają w czasie nagrzewania w okresie nakładania drugiej warstwy. Ponownie następuje wzrost naprężeń, kiedy nakładanie drugiej warstwy zostaje ukończone i spadek w czasie nagrzewania przy nakładaniu warstwy trzeciej.

W fabrykacji wykrywaczy typu elektro-oporowego wyspecjalizowała się firma *Baldwin*)* fabrykująca je pod nazwą *„SR 4 Bond Resistance Wire Strain Gage"*.

Inż. A. SEMKOWICZ

*) *The Baldwin Locomotive Works, Philadelphia Penna U. S. A.*

Brytyjski Państwowy Korpus Naukowy

W numerze pisma „*The Engineer*" (2 VIII 46) znajdujemy pod tytułem „*Scientific Research and Development*" nieco oficjalnych danych odnośnie organizacji wojskowych badań naukowych w W. Brytanii.

Szczególnie interesujące są dane dotyczące personelu badawczego:

	1936 r.	1939 r.	1945 r.	1946 r. lipiec	Uwagi
Lotnictwo	500	1050	4300	2000*)	—
Uzbrojenie	500	1200	3900	2000	—
Energia atomowa	—	—		250	—
Razem	1000	2250	8200	4250	—

Ponieważ cały personel naukowy W. Brytanii wynosi około 55.000 osób, zatem badaniami typu wojskowego było zajętych w 1945 r. — 15%, a w 1946 — 8%.

Przy angażowaniu nowego personelu obowiązują następujące zasady: Rekrutacja odbywa się wyłącznie w drodze konkursu otwartego; kandydaci na stanowisko oficera naukowego (około 1/3 wolnych miejsc) muszą się wykazać stopniem akademickim, od kandydatów na oficera doświadczalnego (2/3 miejsc) wymaga się kwalifikacyj nieco wyższych od polskiej matury lub przemysłowego doświadczenia w zakresie nauki lub inżynierii.

System płac i awansowania jest tak ułożony, aby młody teoretyk lub inżynier mógł wkrótce po trzydziestce osiągnąć stopień głównego oficera naukowego z pensją 800 — 1100 funtów rocznie. Wyższe kategorie służbowe, pobierające od 1200 funtów wzwyż, z możnością przekroczenia 2000 funtów, stanowią 20% ilości oficerów naukowych. Pensje te równają się przeciętnym pensjom profesorów wyższych uczelni.

J. O.

*) Cyfra ta będzie niewątpliwie zwiększona, gdyż ten sam „*Engineer*" w numerze o 3 tygodnie późniejszym (23 sierpnia 46 r.) podaje, że samo nowopowstające *Centrum Lotnicze* w *Bedford* zatrudni pracowników tej klasy 1400, a istniejąca sieć badawcza nie ulegnie zmniejszeniu.

Komunikat NOT.

W związku z zawarciem sojuszu czechosłowacko-polskiego Naczelna Organizacja Techniczna (NOT) wysłała w dniu 10 b. m. do Czeskiego Związku Inżynierów (Spolek Ceskych Inzenyru) następujący telegram:

„S. I. A. Praha. W związku z zawarciem sojuszu czechosłowacko-polskiego Polski Swiat Techniczny przesyła Wam radosne pozdrowienia stop. Cieszymy się, że nawiązane z Wami koleżeńskie stosunki na Kongresie Techników w Polsce, jak również na Swiatowej Konferencji w Paryżu zostaną znacznie pogłębione na konkretnej wymianie poglądów i myśli w sprawie rozwoju techniki i odbudowy obu naszych krajów.

Naczelna Organizacja Techniczna w Polsce.

Czeskie Stowarzyszenie Inżynierów w Pradze nadesłało Naczelnej Organizacji Technicznej w Warszawie następujący telegram:

„W dniu kiedy podpisany został czechosłowacko polski sojusz braterstwa, zasyłamy Wam drodzy Koledzy najserdeczniejsze braterskie pozdrowienie. Jesteśmy przeświadczeni, że ten sojusz przyniesie najlepsze wyniki dla obu naszych krajów a nasza współpraca, tak mile nawiązana na Waszym Kongresie, będzie jeszcze więcej pogłębiona i stanie się fundamentem współpracy słowiańskiej".

S. I. A.

GOSPODARKA NARODOWA

Produkujemy w Polsce traktory

Inż. MIECZYSŁAW LESZ.

Jednym ze skutków wojny był ogromny spadek pogłowia koni w Polsce. Ilość koni, która wynosiła ok. 3-ch milionów w 1938 r. spadła do 1 miliona (wg. danych G. U. S.: 1 490 tys. koni ogółem , ale w tym koni trzyletnich tylko 1 185 tys. z czego szacunkowo 1 milion na wsi).

Przed naszym rolnictwem stanęło w całej ostrości zagadnienie częściowego zastąpienia konia przez traktor. Na terenach Polski, głównie na Ziemiach Odzyskanych, pozostało około 6 tys. traktorów poniemieckich różnych marek (głównie *Lanz-Bulldog*, pozatym—*Hanomag, Deutz, Famo)*; w ramach dostaw UNRRA otrzymaliśmy około 4 tys. traktorów amerykańskich 7-u typów (*John Deere* — 670 szt., *Farmal H* i *M* — 1100 szt., *Fordson* — 800 szt, *Fergusson* — 700 szt. i t. d.). W drodze znajduje się jeszcze 3 tys. traktorów amerykańskich 3-ch nowych typów. Amerykańskie traktory — razem 10 różnych typów, maszyny wysokoobrotowe (powyżej 1500 obrotów/min.) o ciasnych pasowaniach, dostosowane do smarów wysokiej jakości, przewidziane do eksploatacji przez kwalifikowaną obsługę, nie zdały egzaminu w warunkach polskich. Remonty traktorów amerykańskich są zbyt częste i kłopotliwe, podwyższają nadmiernie koszta eksploatacji. Po zakoń-

czeniu dostaw UNRRA będziemy więc posiadali razem traktorów poniemieckich i amerykańskich około 13 000 sztuk. Licząc optymistycznie okres amortyzacji traktora na 10 lat należałoby tylko dla renowacji parku uruchomić produkcję 1 300 szt. traktorów rocznie. Zapotrzebowanie obecne Polski wynosi jednak nie 13 000, ale conajmniej 30 tys. traktorów.

Cyfrę tę otrzymujemy z następującego obliczenia:

Areat użytków rolnych w Polsce	ca. 21 milj. ha
„ ziemi ornej	ca. 16 milj. ha
1 milion koni—licząc 1 koń na 10 ha może zaorać	10 milj. ha
Pozostaje	6 milj. ha

Traktor może zaorać dziennie średnio 2 ha, co przy 100 dniach orki daje 200 ha na 1 traktor rocznie. Oznacza to, że dla zaorania 6 milj. ha trzebaby 30 tys. traktorów.

Jeśli przyjmiemy tę cyfrę, jako liczbę traktorów do której będziemy dążyli, to dla uzupełnienia parku należałoby produkować 3 tys. traktorów rocznie.

Praktycznie więc należałoby tak sformułować zadanie dla przemysłu w Polsce na odcinku budowy traktorów:

Uruchomić natychmiast produkcję conajmniej 1 tys. traktorów rocznie, powiększyć w następnych latach tę produkcję jeszcze o 2 tysiące rocznie. Zadanie tak sformułowane nie było łatwe, pomimo tego zostało podjęte.

Przemysł polski nigdy traktorów nie produkował. Nigdy nie wykonywaliśmy takich części silnika ropowego jak: wstrzykiwacz, pompka paliwowa i t. d.

Konstrukcja własna traktora oparta jest na traktorze niemieckim Lanz-Bulldog. Obrano tam prosty typ ze względu na prostotę obsługi, mając na uwadze niskie kwalifikacje personelu obsługującego.

Polski traktor „Ursus" posiada silnik 45 *KM* jednocylindrowy, leżócy, dwusuwowy, z głowicą żarową, wolnoobrotowy (800 — 850 obr/min.), skrzynka biegów 5-biegowa, 4 biego dla orki, piąty dla trakcji, dyferencjał z przekładnią zębatą o zębach prostych, koła żelazne z ostrogami. Traktor może ciągnóć przy orce średniej 4 pługi.

Produkcja została uruchomiona w Państwowych Zakładach Inżynierii w Ursusie, w fabryce całkowicie odbudowanej po zdewastowaniu jej przez Niemców. Do współpracy w produkcji różnych części, których jest w traktorze „Ursus" 752, wciągnięto 17 fabryk, wśród nich P. Z. L. w Rzeszowie i Mielcu, hutę „Ludwików" w Kielcach, kuźnię Brevillier i Urban w Ustroniu, hutę „Stalowa Wola" i t. d.

Pierwszy traktor, wykonany jeszcze częściowo bez przyrządów, wyszedł z fabryki w Ursusie w kwietniu b. r.

Plan produkcji przewiduje budowę następujących ilości traktorów w ramach planu 3-letniego: w 1947 r. — 300 szt., 1948 r. — 1200 szt., 1949 r. — 2 000 szt. Osiągnięcie tej produkcji będzie możliwe dopiero po uruchomieniu pełnych dwu zmian i doinwestowaniu fabryki.

Prócz traktora 45 *KM* planowane jest uruchomienie produkcji krajowej traktora małego, ok. 20 *KM*, dwuskibowego, przeznaczonego dla spółdzielni maszynowych wiejskich. Będzie to mały zwrotny traktor, przeznaczony dla orki na niewielkich, chłopskich polach.

Produkcja tego typu traktora winna osiągnąć poziom 2 — 3 tys. sztuk rocznie.

Produkcja 5 tys. sztuk rocznie obydwu typów traktorów umożliwi już nie tylko renowację parku, ale także zabezpieczy jego systematyczny wzrost.

POLSKA ENCYKLOPEDIA MECHANIKI

Jednym z głównych, czynników, hamujących rozwój nauk technicznych jest niezupełnie jasne i niedostatecznie ścisłe określanie pojęć technicznych. Brak poprawnych, a zarazem zrozumiałych dla szerszego ogółu *określeń* podstawowych pojęć technicznych daje się szczególnie we znaki przy pracy na polu piśmiennictwa technicznego. Słowniki rzeczowe polskich wyrazów technicznych, mimo iż zawierają zwięzłe definicje, nie dają należytego powiązania pojęć, potrzebnego do ich uwypuklenia i nadania im pełnej, a zarazem żywej treści. Zadania te może spełnić jedynie *Polska Encyklopedia Techniczna*, której głównym zadaniem jest:

1) ustalenie poprawnych polskich wyrazów i wyrażeń technicznych,

2) podanie ścisłych określeń omawianych pojęć technicznych, oraz

3) wyjaśnienie istoty omawianych pojęć.

Zadania, przeznaczenie, zakres i układ Polskiej Encyklopedii Technicznej zostały omówione w artykule „Polska Encyklopedia Techniczna", zamieszczonym w zeszycie 4/46 czasopisma „Mechanik". W artykule tym zakreślono również sposoby realizacji tego przedsięwzięcia, posiadającego podstawowe znaczenie dla rozwoju polskiej kultury technicznej. Zgodnie z założeniami programowymi, redakcja czasopisma „Mechanik" w zeszycie 5—6/46 rozpoczęła druk artykułów, stanowiących materiały do „Polskiej Encyklopedii Mechaniki".

Wznowienie „Przeglądu Mechanicznego" stwarza nowe możliwości przyśpieszenia tych prac przez otwarcie działu „Polska Encyklopedia Mechaniki", na którego łamach będą zamieszczone artykuły wymagające poważniejszego przygotowania naukowego, a w szczególności znajomości wyższej matematyki.

Redakcja „Polskiej Encyklopedii Mechaniki" zwraca się z gorącym apelem do przedstawicieli nauki i techniki o jaknajżywszą współpracę!

Redakcja PEM.

Statystyka

PRZEMYSŁ METALOWY CZPM

Wytwórczość w tysiącach złotych według cen z 1937 r.

Zjednoczenie Przemysłu	Rok 1946	1947 Styczeń	1947 Luty	1947 Marzec	1947 I kw.	1946 IV kw.	% I kw. 1947 r. w porównaniu z IV kw. 1946 r.
Obrabiarkowego — grupa obrabiarkowa	31098	2738	2632	3199	8569	8226	104.2
„ — grupa narzędziowa	8605	791	838	1063	2692	2628	102,4
„ grupa precyzyjno-optyczna	6709	702	843	871	2416	2017	119,8
Maszyn Rolniczych, Łódź	15986	1533	1613	1818	4964	4646	106,8
Maszyn Rolniczych, Bydgoszcz	7884	833	1095	1122	3030	2583	118
Taboru Kolejowego	187082	19561	21022	21536	62119	56717	109,5
Masznowego	24952	3184	3220	3729	10133	8019	126,3
Motoryzacyjnego	17682	2247	2419	2561	7227	5547	130,2
Odlewniczego, Kraków	20512	2173	2200	2471	6844	6576	104,1
Odlewniczego, Radom	15137	1136	1450	1842	4628	4611	96
Polskich Fabryk. Śrub, Nitów Części Kutych	36694	3509	4048	4487	12044	11156	107,9
Wyrobów z Blachy, Bytom	28154	2722	2936	3460	9118	8814	103,4
Wyrobów z Blachy, Kielce	7267	509	565	905	1979	2235	88,5
Polskich Fabryk Drutu i Gwoździ	29866	3233	3184	3872	10289	9353	110
Wyrobów z Metali Kolorowych	19965	260	253	23	536	6344	8,4 *)
Mebli Stalowych i Okuć Budowlańych	6479	661	693	947	2301	2201	104,5
Kotlarskiego	34590	2995	3486	4054	10535	9911	106,3
Budowy Maszyn Włókienniczych	6095	885	841	1282	3008	2298	130,9
	504750	49672	53338	59242	162252	153882	105,4
Zjednoczenie Wyrobów z Metali Kolorowych	19965	—	—	—	—	6344	—
	484785	—	—	—	162252	147538	110

Zatrudnienie

Zjednoczenie przemysłu	Rok 1946. grudzień Ilość zakł.	Rok 1946. grudzień Ilość zatrud.	Rok 1947 styczeń Ilość zakł.	Rok 1947 styczeń Ilość zatrud.	Rok 1947 luty Ilość zakł.	Rok 1947 luty Ilość zatrud.	Rok 1947 marzec Ilość zakł.	Rok 1947 marzec Ilość zatrud.	% porównania zatrudnionych w marcu 47 do grudnia 46
Obrabiarkowego — grupa obrabiarkowa	13	6843	13	6913	13	6956	13	6945	101,4
„ — grupa narzędziowa	9	1925	9	2025	9	2009	9	1995	103,6
„ — grupa precyzyjno-optyczna	17	2752	17	2879	17	3084	17	3245	117,9
Maszyn Rolniczych, Łódź	19	4458	17	4523	17	4563	17	4463	100,1
Maszyn Rolniczych, Bydgoszcz	15	2942	12	3117	12	3217	12	3173	107,8
Taboru Kolejowego	12	29208	12	29644	12	30141	12	29511	101,0
Maszynowego	21	7763	18	8005	18	8381	19	8108	104,4
Motoryzacyjnego	14	5447	14	5547	14	5734	14	5801	106,5
Odlewniczego, Kraków	21	6618	21	6870	21	6974	21	6985	105,5
Odlewniczego, Radom	13	4186	13	4283	14	4383	14	4469	106,7
Polskich Fabryk Śrub, Nitów, Części Kutych	14	5812	14	5895	14	6040	14	6234	107,2
Wyrobów z Blachy, Bytom	15	6570	15	6700	14	6669	15	6869	104,5
Wyrobów z Blachy, Kielce	9	2610	9	2556	9	2575	9	2549	97,7
Polskich Fabryk Drutu i Gwoździ	19	5999	17	6165	17	6074	16	6218	103,6
Wyrobów z Metali Kolorowych	14	2733	6	609	5	618	1	78	2,8*)
Mebli Stalowych i Okuć Budowlanych	13	1638	13	1654	14	1744	15	2143	130,8
Kotlarskiego	19	5471	17	5313	17	5597	17	5666	103,5
Budowy Maszyn Włókienniczych	10	2574	10	2893	11	2957	11	2999	116,5
	267	105549	247	105591	247	107718	247	107451	101,8

Wytwórczość niektórych ważniejszych wyrobów

Wyroby	Jednostka miary	Rok 1946	Rok 1947 Styczeń	Rok 1947 Luty	Rok 1947 Marzec	Suma od początku roku
Obrabiarki	szt.	1510	189	167	219	575
Wagony towarowe nowe	„	4141**)	660	627	609	1896
Wagony towarowe i platformy specjalne	„	—	4	2	13	19
Wagony osobowe	„	5	—	5	2	7
Wagony wąskotorowe nowe	„	—	—	25	40	65
Wagony cysterny	„	63	9	—	—	9
Parowozy nowe	„	152	13	16	17	46
„ tendrzaki	„	2	—	—	—	—
„ wąskotorowe	„	24	4	5	5	14
Rowery nowe	„	34166	6500	6369	7615	20484
Maszyny do uprawy ziemi sprzężajowe	„	127889	15140	15165	18829	49134
Maszyny do siewu i sprzętu	„	9047	263	310	632	1205
Maszyny do omłotu, czyszczenia ziarna i okopowych	„	11631	1371	1408	1862	4641
Maszyny do przygotowania paszy	„	17590	3090	3620	3691	10401
Maszyny i aparaty rolnicze inne	„	10069	1133	1194	1214	3541
Odlewy	ton	71048	6998	7036	8546	22580
Naczynia emaliowane	„	6764	478	578	647	1703
Wyroby z blachy	„	13848	1290	1451	1623	4364
Wyroby z drutu	„	38629	4126	3919	4880	12925
Sruby i Części Kute	„	26150	2431	2703	2970	8104
Konstrukcje Żelazne	„	14125	818	1029	1024	2871
Kotły i zbiorniki	„	4776	282	360	363	1005

*) Zjednoczenie Wyrobów z Metali Kolorowych w likwidacji. Podstawowe zakłady tego przemysłu (walcownie, odlewnie i rafinerje) zostały przejęte przez C. Z. P. Hutniczego.

**) Poza podaną liczbą jak wyżej Zakłady Ostrowieckie wykonały w roku 1946—876 wagonów towarowych. W roku 1947 w m. styczniu — 125 szt., w m. lutym — 125 szt., w m. marcu 125 szt.

Bibliografia

Dipl.-Ing. W. Büttner, „Die Entropie", physikalische Grundlagen und technische Anwendungen, VDJ-Verlag, Berlin, 1939 (stronic 128, rycin 86).

W interesującej tej książce autor omawia entropię ciał gazowych i stałych ze szczególnym uwzględnieniem stosowalności jej do celów technicznych.

Część pierwsza książki zawiera podstawy fizyczne entropii. Omówione są tu przebiegi termodynamiczne kołowe, zasady kinetycznej teorii budowy materii, przemiany odwracalne i nieodwracalne, zasady termodynamiczne i matematyczne pojęcia entropii, zjawisko wzrastania entropii wszechświata, tudziez rachunek prawdopodobieństwa odwracalności przemian, oparty na metodzie statystycznej Boltzmana.

W części drugiej autor omawia stosowanie wykresów entropijnych Belpaire'a oraz Molliera przy konstruowaniu maszyn parowych, turbin parowych i turbin dwuczynnikowych. Znajdujemy tu wykres entropijny procesu spalania oraz rzeczywiste przebiegi politrop w układzie Molliera. Ponadto autor omawia podstawy teoretyczne wykresu Belpaire'a dla motorów o spalaniu wewnętrznym oraz stosowanie go przy projektowaniu silnika Diesla. Znajdujemy tu wreszcie przypadki stosowania wykresów entropijnych przy konstruowaniu sprężarek tłokowych i obrotowych tudzież maszyn chłodniczych.

W części trzeciej autor omawia wykres entropijny w odniesieniu do ciał stałych. Wśród gazów znamy pojęcie gazu idealnego; autor wprowadza pojęcie „ciała idealnego", które przy rozciąganiu aż do granicy płynności zachowuje sprężystość doskonałą. Przedmiotem rozważań jest rozciąganie prętów metalowych. W pierwszej fazie rozciągania, dla której ważne jest prawo Hooke'a, występuje zjawisko spadku temperatury tworzywa i odprowadzania ciepła oraz związany z tym ubytek entropii pręta; przemiana termodynamiczna, której podlega pręt w tej fazie rozciągania, jest politropijna.

Inżynierów konstruktorów zainteresuje sposób wyznaczania pewności czyli stopnia bezpieczeństwa albo, jak trafnie Anglicy nazywają, współczynnika niewiadomości (factor of ignorance) naprężenia tworzywa przy rozciąganiu zapomocą wykresu entropijnego Belpaire'a. Dowolny wybór naprężenia dopuszczalnego jest w istocie nieorganicznym krokiem konstruktora na jego drodze obudowanej naukowo. Konstruktor powinien wyznaczać naprężenie dopuszczalne bezpośrednio z właściwości materiału. Autor wykazuje, ze w owej pierwszej fazie rozciągania przemiana pręta jest tylko w przybliżeniu odwracalna; wzrost temperatury pręta przy odciążaniu go następuje już wzdłuż innej politropy, zachodzi tu więc zjawisko histerezy temperatury. Autor przytacza wzory do obliczenia entropii pręta rozciąganego oraz wykresy ciepła odprowadzonego przy rozciąganiu. Pewność wytrzymałości materiału wyznacza stosunek ciepła odprowadzonego przy rozciąganiu pręta aż po granicę płynności, do ciepła odprowadzonego przy rozciąganiu pręta aż do uzyskania temperatury, przy której histereza praktycznie jeszcze nie zachodzi. Ciepło odprowadzone przedstawia powierzchnia wykresu entropijnego Belpaire'a pod krzywą przemiany termodynamicznej.

Inż. Stanisław Micewicz

WIADOMOŚCI SIMP

Działalność oświatowa SIMP

Odbudowa naszego kraju, opanowanie trudności gospodarczo-przemysłowych, podniesienie stopy życiowej, a więc stworzenie odpowiednich warunków dla rozwoju nie tylko przemysłu, życia gospodarczego, ale nawet pośrednio i nauki są zależne od rozwoju technicznego naszych miast, miasteczek i wsi. Zagadnienie powyższe powinno być zagadnieniem podstawowym. Stojąc na gruncie współczesnego ustroju społeczno-gospodarczego, rozwój techniki będzie zapewniony przez kształcenie i dokształcenie szerokich rzesz pracowników oraz zorganizowanie swiata pracy w ramach zarysowującej się planowej gospodarki, tworzącej techniczno-gospodarcze podstawy Polski współczesnej.

Ustrój zawodowy świata pracy, akcja kształcenia i dokształcania powinna być celowa czyli odpowiadająca istotnym potrzebom przemysłu. W tym celu należy w każdej gałęzi przemysłowej i w każdym zawodzie ustalić ustrój zawodowy pracowników i wyjaśnić jakościowe i ilościowe zapotrzebowanie. Pracownicy przemysłowi dzielą się na grupy zawodowe. Grupy obejmują zawody, wsród których rozróżniamy rodzaje wg. zatrudnienia. Skolei rodzaje dzielą się na specjalności, a te dzielą się na klasy lub kategorie. W przybliżeniu ustrój zawodowy pracowników przemysłu metalowego przedstawia się w sposób następujący:

Grupy pracowników zatrudnionych w przemyśle metalowym:

I Grupa inżynierów i techników,

II Grupa majstrów, podmajstrów, instruktorów.

III Grupa rzemieślników: a. podstawowych, b. pomocniczych, c. zatrudnionych pośrednio,

IV Grupa robotników przysposobionych (przygotowanych).

I grupa inżynierów i techników obejmuje: dyrektorów technicznych, kierowników i asystentów: oddziałów, zakładów, biur i laboratoriów, następnie konstruktorów, rysowników, kalkulatorów, rozdzielaczy, kontrolerów i innych pracowników zatrudnionych w:

1. biurach studiów,
2. biurach konstrukcyjnych,
3. biurach pomocy fabrykacyjnych,
4. biurach kalkulacyjnych,
5. biurach rozdzielczych,
6. oddziałach warsztatowych,
7. laboratoriach: chemicznym, metalograficznym, wytrzymałościowym, rentgenograficznych i t. p.
8. stacjach badań i kontroli,
9. magazynach.

II Grupa majstrów i instruktorów do pracy w działach:

1. stolarskim i modelarskim,
2. odlewniczym,
3. obróbki plastycznej,
4. obróbki metali skrawaniem,
5. obróbki powierzchni,
6. powlekania powierzchni i malowania,
7. montażu.

III Grupa rzemieslników dzieli się na:

a. rzemieślników podstawowych, jak:

1. tokarz,	11. blacharz,
2. ślusarz,	12. kotlarz,
3. frezarz,	13. spawacz,
4. szlifierz,	14. hartownik,
5. strugacz,	15. brakarz,
6. wiertacz,	16. rdzeniarz,
7. traser,	17. formierz,
8. mechanik,	18. modelarz,
9. monter,	19. rusznikarz,
10. kowal,	20. puszkarz.

b. rzemieślników pomocniczych, jak:

1. krajacz metali,	6. gwinciarz,
2. prostowacz,	7. wyoblarz (drykier),
3. walcownik,	8. polerownik,
4. niciarz,	9. wytrawiacz,
5. tłoczarz,	10. brązownik.

c. rzemieślników zatrudnionych pośrednio:

1. cieśla,	5. chemigraf,
2. stolarz,	6. elektromonter,
3. lakiernik,	7. radiomechanik.
4. tapicer,	

Każdy z podstawowych zawodów dzieli się na specjalności, np.:

Zawód ślusarza obejmuje:

1. ślusarzy hydraulików,
2. maszynowych ślusarzy-monterów, wśród których wyróżnia się kilkadziesiąt wąskich specjalności,
3. ślusarzy narzędziowych,
4. wykrawaczy (sznyciarzy),
5. mechaników precyzyjnych,
6. mechaników lotniczych,
7. ślusarzy do napraw i t. p.

Zawód tokarza obejmuje:

1. tokarzy maszynowych,
2. tokarzy armatur,
3. tokarzy narzędzi,
4. tokarzy rewolwerówkowych.

Każdy z tokarzy, czy ślusarzy, zależnie od umiejętności, może być I-ej, II-ej lub III-ej klasy.

Podobną różnorodnością odznacza się ustrój pracowników technicznych.

W okresie odbudowy przemysłu szczególnie dotkliwie daje się we znaki brak konstruktorów. Spowodu braku konstruktorów w wielu dziedzinach przed wojną nie mogliśmy zerwać z metodą korzystania z kosztownych licencji. Szczególnie w początkowym okresie odbudowy zniszczonych zakładów oraz budowy nowych fabryk najdonioślejszym zawodem jest twórczy zawód kostruktora, który obejmuje wiele specjalności.

Konstruktorów zatrudnionych w przemyśle metalowym można podzielić na 8 grup:

I. Pomoce fabrykacyjne:

1. konstruktor narzędzi tnących,
2. konstruktor narzędzi do obróbki plastycznej,
3. konstruktor przyrządów i uchwytów,
4. konstruktor sprawdzianów.

II. Maszyny robocze:

1. konstruktor obrabiarek do metali,
2. konstruktor obrabiarek do drzewa,
3. konstruktor maszyn rolniczych,
4. konstruktor maszyn włókienniczych,
5. konstruktor maszyn odlewniczych,
6. konstruktor dźwigów,
7. konstruktor dmuchaw i wentylatorów,
8. konstruktor maszyn i urządzeń do przemysłu węglowego,
9. konstruktor maszyn i urządzeń do przemysłu naftowego,
10. konstruktor maszyn cukrowniczych,
11. konstruktor maszyn i urządzeń młyńskich i t. p.
12. konstruktor maszyn gorzelanych,
12. konstruktor maszyn i urządzeń do przetworów spożywczych.

III. Instalacje i urządzenia:

1. konstruktor zewnętrznych instalacji elektrycznych,
2. konstruktor wewnętrznych instalacji elektrycznych,
3. konstruktor instalacji wodnych,
4. konstruktor instalacji ogrzewniczych,
5. konstruktor instalacji kanalizacyjnych,
6. konstruktor instalacji powietrznych,
7. konstruktor napędów i przekładni,
8. konstruktor zbiorników i specjalnych urządzeń przemysłu chemicznego,
9. konstruktor armatur i t. p.

IV. Energetyka:

1. konstruktor kotłów,
2. konstruktor kondensatorów,
3. konstruktor tłokowych maszyn parowych,
4. konstruktor turbin parowych i spalinowych,
5. konstruktor pomp i turbin wodnych,
6. konstruktor sprężarek,
7. konstruktor silników spalinowych i t. p.

V. Transport:

1. konstruktor wagonów,
2. konstruktor maszyn drogowych,
3. konstruktor parowozów,
4. konstruktor lokomotyw motorowych,
5. konstruktor silników samochodowych,
6. konstruktor podwozi samochodowych,
7. konstruktor nadwozi samochodowych,
8. konstruktor ciągników,
9. konstruktor motocykli i rowerów,
10. konstruktor silników lotniczych,
11. konstruktor płatowców,
12. konstruktor wyposażenia samolotów,
13. konstruktor maszyn okrętowych,
14. konstruktor kadłubów okrętowych,
15. konstruktor wyposażenia okrętów.

VI. Przemysł budowlany:

1. konstruktor maszyn budowlanych,
2. konstruktor maszyn dźwigowych,
3. konstruktor okuć budowlanych,
4. konstruktor mebli metalowych,
5. konstruktor konstrukcji żelaznych.

VII. Uzbrojenie:

1. konstruktor amunicji,
2. konstruktor broni ręcznej,
3. konstruktor broni małokalibrowej,
4. konstruktor armat,
5. konstruktor sprzętu artyleryjskiego,
6. konstruktor sprzętu saperskiego,
7. konstruktor sprzętu łączności,
8. konstruktor broni pancernej.

VIII. Różni:

1. konstruktor optyk,
2. konstruktor maszyn do pisania i liczenia i t. p.

Wyżej wyszczególnione rodzaje konstruktorów, obejmujących szerszy zakres budownictwa maszynowego bynajmniej nie wyczerpują potrzeb przemysłu metalowego. Zważywszy, że konstruktorzy każdej specjalności dzielą się na kategorie, stwierdzamy, że struktura pracowników technicznych na wszystkich szczeblach, począwszy od twórczej konstrukcji, a skończywszy na odbiorze danego dzieła i przekazanie go do użytku może być przyrównane do misternej tkaniny, którą w najdrobniejszych oczkach kształtuje życie.

Aby przygotować właściwych ludzi i postawić ich na właściwym miejscu, musimy zerwać z improwizacją w planowaniu kadr i dlatego

należy możliwie dokładnie wyjaśnić, ile potrzeba ślusarzy, tokarzy, frezerów i t. d., techników i inżynierów każdej specjalności. Poza znacznym wzmożeniem kształcenia młodego pokolenia od podstaw w już istniejących szkołach państwowych, lecz i w nowozakładanych należy podjąć przedewszystkim przy istniejących fabrykach szeroką akcję dokształcenia i przysposobienia dorosłych. Powinna objąć ludzi o tyle jeszcze młodych, że się potrafią zdobyć na potrzebny wysiłek, z którego zarówno oni, jak i Kraj będą czerpać korzyści przez czas dostatecznie długi.

Biorąc pod uwagę kluczowy charakter przemysłu metalowego, sprawa kształcenia potrzebnych pracowników w dziedzinie pracy objętej działalnością inżynierów i techników mechaników staje się jak najbardziej powszechna. Nie wystarczy tutaj ofiarny wysiłek jednostek, lecz wszyscy inżynierowie i technicy mechanicy powinni stanąć do współpracy w akcji kształcenia. Trzeba. aby jeden z najbardziej doniosłych odcinków pracy technicznej i przemysłowej, jakim jest przemysł metalowy, jako najbardziej dotknięty brakiem sił fachowych, stał się przedmiotem powszechnej naszej troski.

Ci, którzy poświęcają swój czas sprawie kształcenia, upadają ze zmęczenia i apelują do wszystkich kolegów o pomoc i współpracę, bowiem nadeszła chwila, kiedy wszyscy technicy i inżynierowie powinni nie tylko być gotowi do szerzenia kultury zawodowej, ale niezwłocznie przystąpić do przekazywania swych umiejętności młodszym i mniej doświadczonym współpracownikom.

W pierwszym rzędzie wyłania się konieczność praktycznego kształcenia i przysposobienia do zawodów, w których odczuwa się szczególny brak fachowców. W myśl tych założeń Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Mechaników zainicjowało i prowadzi kursy: kalkulatorów, konstruktorów, pomocy warsztatowych i narzędzi techników obróbki cieplnej, techników obsługi i naprawy samochodów, techników spawaczy i tp.

Zarząd SIMP zwraca się z apelem do wszystkich oddziałów do niezwłocznego podjęcia akcji dokształcania dla potrzeb ich okręgów.

Kursy stałe. Naogół młodzież nasza dzieli się na dwie grupy. Pierwsza grupa uprzywilejowana, mniej liczna składa się z tych, którzy, mając zapewnioną opiekę i pomoc materialną ze strony rodziców, mogą uczyć się w sposób ciągły, bez przerwy w szkołach dziennych. Drugą grupę stanowi odłam młodzieży liczniejszej, pochodzącej przeważnie ze sfery chłopskiej i robotniczej, która w masie pozbawiona jest troskliwej opieki ze strony rodziców i opiekunów, gdyż już w 14-ym roku życia zmuszona jest szukać pracy zarobkowej. Nie ulega wątpliwości, że wśród tej olbrzymiej masy młodzieży i dorosłych jest wiele ludzi o dużych wrodzonych zdolnościach, ludzi, którzy dotychczas bez obcej pomocy marnieli, których należy skierować na drogę opanowania rzemiosł, techniki i nauki. W ten sposób i spośród tej olbrzymiej masy ludu naszego będzie można przysporzyć ludzi zdolnych, a nawet pionierów nauki.

Rozumiejąc doniosłość akcji systematycznego kształcenia dorosłych SIMP współdziała z Towarzystwem Kursów Technicznych w Warszawie w prowadzeniu Wieczorowego Liceum Mechanicznego i Elektrycznego dla młodzieży pracującej. Zwracamy się z apelem do oddziałów SIMP do podjęcia podobnej akcji we wszystkich ośrodkach przemysłowych. A więc wzywamy SIMP do organizacji T. K. T. na swych terenach pracy. Statuty i programy T. K. T. mogą być wysłane na życzenie.

Wieczorowe Szkoły Inżynierskie. Wychodząc z założenia, że w każdym kierunku nauczania powinno dążyć się do osiągnięcia szczytów wykształcenia, SIMP podejmuje inicjatywę organizacji Wieczorowej Szkoły Inżynierskiej.

Na podstawie opinii Zjednoczeń Przemysłowych wynika, że daje się odczuwać brak inżynierów przygotowanych do samodzielnego rozwiązywania praktycznych zagadnień zawodowych, które są objęte zakresem specjalności w kierunkach: a. technologiczno-warsztatowym, b. energetyczno-ruchowym, c. konstrukcyjnym, działającym nie na podstawie receptury, ale na podstawie zasad, wzorów i metod, świadomie przyswojonych w Szkole.

W myśl tych założeń SIMP podejmuje inicjatywę prowadzenia Wieczorowych Szkół Inżynierskich dla techników w kierunku uprawianego zawodu.

Mając zapewnioną pomoc C. Z. P. M. Zarząd SIMP opracowuje program Wieczorowej Szkoły Inżynierskiej i wzywa kolegów do współpracy.

W zrozumieniu prawdy, że najważniejszym bogactwem jest człowiek należycie przygotowany do pracy, a zwłaszcza uzdolniony do pracy twórczej, wysuwamy hasło, które zawsze przyświecało SIMP-com:

„Przez oświatę podniesiemy kulturę pracowników przemysłu metalowego".

Hasło to czynnie powinno być podjęte przez wszystkich kolegów, gdyż tylko wówczas złożymy dowód zrozumienia swej obywatelskiej roli w obecnej chwili dziejowej, jaką przeżywa nasza ojczyzna.

Komunikat SIMP

Na Zebraniu Zarządu Głównego SIMP dnia 26 kwietnia 1947 r., zgodnie z uchwałą zapadłą na ostatnim Zwyczajnym Walnym Zjeździe Delegatów SIMP, ustalono wysokość składek członkowskich obowiązujących od dnia 1 kwietnia r. b. w sposób następujący:

1) Członkowie pragnący otrzymywać tylko „Mechanika" płacą łącznie ze składką kwartalnie 300 zł.

2) Członkowie, którzy pragną otrzymywać „Przegląd Mechaniczny" płacą kwartalnie łącznie ze składką 450 zł.

3) Członkowie, którzy pragną otrzymywać obydwa czasopisma płacą łącznie ze składką członkowską kwart. 600 zł.

Wszyscy członkowie SIMP wpłacają od 1 kwietnia b. r. składki do Kasy Zarządu Głównego SIMP w Warszawie lub na konto P. K. O. Nr I-4225.

Wysokość wpisowego zł 50.— pozostaje bez zmiany.

Jeżeli chodzi o okres przed 1 kwietnia b. r. przypominamy, że:

a) przedwojenni członkowie SIMP wpisowego nie wpłacają, natomiast obowiązani są uiścić składki członkowskie od dnia 1 lipca 1946 r. po zł 150.— kwartalnie.

b) nowo-przyjęci członkowie opłacają składki od chwili przyjęcia, t. zn. od 1-go następnego miesiąca, licząc również po zł. 150.— kwartalnie, przyczym obowiązuje opłata wpisowego zł. 50.—.

Wszyscy członkowie otrzymują zawiadomienia o ewentualnych zaległościach, przyczym członkowie Oddziału: Łódzkiego, Warszawskiego i „Poza-Warszawskiego" otrzymują zawiadomienie bezpośrednio od Zarządu Głównego w Warszawie.

Członkowie pozostałych Oddziałów otrzymują pierwsze zawiadomienie o stanie swoich zaległości za pośrednictwem Zarządu Oddziału.

Wszystkie składki płatne są kwartalnie z góry.

Zarządy Oddziałów i Kół proszone są o nieinkasowanie od dnia 1 kwietnia b. r. składek członkowskich, które powinny wpływać bezpośrednio do Zarządu Głównego SIMP w Warszawie.

TREŚĆ

CONTENTS

WYDAWCA: INSTYTUT WYDAWNICZY SIMP — Warszawa
Kolegium redakcyjne: Prof. dr. inż. Bohdan STEFANOWSKI, inż.-mech. Stanisław KUNSTETTER, inż.-mech. Adam Tadeusz TROSKOLAŃSKI.
Redaktor działu odlewniczego: Prof. inż.-mech. Kazimierz GIERDZIEJEWSKI.
Redaktor działu spawalniczego: Inż.-mech. Zygmunt DOBROWOLSKI.
Redaktor naczelny: Inż.-mech. Edmund OSKA.
Adres Redakcji: Łódź, ul. Moniuszki 5, m. 27. Adres Administracji: Warszawa, ul. Dygasińskiego 34.
Redakcja czynna od 10 do 15 prócz sobót i poniedziałków. Administracja czynna codziennie od 9 do 15.

D-015807. Drukarnia Państwowa [redacted]ce, ul. Ks. Piotra Skargi 40, tel. 76.